



T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KÖPEKLERİN UZUN KEMİK KIRIKLARINDA OPERASYON
ÖNCESİ VE SONRASI SİNİRSEL İLETİMLERİNDEKİ
DEĞİŞİMLERİN ARAŞTIRILMASI**

Veteriner Hekim Necip KÜÇÜKSAYIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

VETERİNER CERRAHİ ANABİLİM DALI

Danışman

Dr. Öğretim Üyesi Yusuf Sinan ŞİRİN

BURDUR-2021

T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KÖPEKLERİN UZUN KEMİK KIRIKLARINDA OPERASYON
ÖNCESİ VE SONRASI SİNİRSEL İLETİMLERİNDEKİ
DEĞİŞİMLERİN ARAŞTIRILMASI**

Veteriner Hekim Necip KÜÇÜKSAYIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

VETERİNER CERRAHİ ANABİLİM DALI

Danışman

Dr. Öğretim Üyesi Yusuf Sinan ŞİRİN

Bu araştırma Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinatörlüğü tarafından 0620-YL-19 proje numarası ile desteklenmiştir.

BURDUR-2021



TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresinde desteklerini esirgemeyen danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Yusuf Sinan ŞİRİN' e, gerek yurt içi gerekse yurt dışı eğitim programımda bana destek olan Cerrahi Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. M. Doğa TEMİZSOYLU' ya, bu süreçte desteklerini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Sayın Kürşad YİĞİTARSLAN'a, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Özlem Şengöz ŞİRİN' e, Sayın Arş. Gör. Dr. Harun ÇINAR'a, Sayın Arş. Gör. M. Nur ÇETİN'e, tez sunumumda destek sağlayan Furkan ŞAVKLIYILDIZ'a, her sabah günaydınını esirgemeyen sevgili Ömür KOÇAN' a, aileme ve tüm yüksek lisans arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

KABUL ve ONAY	Error! Bookmark not defined.
TEŞEKKÜR	iii
ETİK BEYAN	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER	vii
TABLolar	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR	ix
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kas ve Sinirlerin Anatomisi	3
2.2. Nöronların ve Kasların Elektriksel Özellikleri	4
2.2.1. Zar Potansiyeli	4
2.2.2. İyon Yüklerine Göre Nöronların Durumu	4
2.3. ENG (Elektronörografi)	5
2.3.1. Motor Sinir İletim Hızı (MNCV)	5
2.4. Elektronik Sistemler ve Elektrotlar	6
2.5. Periferik Sinirlerin Anatomisi	9
2.5.1. Periferik Sinir Yaralanmaları ve ENG	9
3. GEREÇ VE YÖNTEM	15
3.1. Gereç	15
3.1.1 Hayvan Materyali	15
3.1.2 Anestezi Materyalleri	20
3.1.3 Perioperatif Veri Toplamada Kullanılan Materyaller	20
3.2 Yöntem	20
3.2.1 EMG Verilerinin Toplanması	23
3.2.2 İstatistiksel Analiz	23
4. BULGULAR	24
4.1. Klinik Muayene Bulguları	24

4.2. Arka Ekstremitte Kırıklarında Latans ve Amplitüd Verileri	28
4.3. İletim Hızları	32
4.4. Hastaların Aynı Sinire Ait EMG Verileri	32
4.5. İstatistiksel Veriler	36
5.TARTIŞMA	42
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	50
KAYNAKLAR	51
ÖZGEÇMİŞ	Error! Bookmark not defined.



ŞEKİLLER

Şekil 2.1. EMG İğne Elektrotları	8
Şekil 2.2. a) Orijinal b) Filtrelenmiş yüzey EMG	8
Şekil 3.1. Kırık çizgilerinin yönü ve sayısına bağlı olarak kırıkların sınıflandırılması	16
Şekil 3.2. Mekanik kırık değerlendirilmesi.	17
Şekil 3.3. Kırık çizgisinin radyografik konumunu baz alan fizeal kırıkların Salter-Harris sınıflandırması	18
Şekil 3.4. EMG kaydı alınırken kullanılan anatomik bölgeler	22
Şekil 3.5. a) EMG cihazı, b) Amplifikatör	22
Şekil 3.6. Olgu 1'e ait N. ischiadicusun elektriksel stimülasyonu ve m. gastrecnemius kasında kayıt elektrodu gösterilmiştir.	23
Şekil 4.1. Olgu 7'e ait N. tibialis ve N. peroneus için postoperatif 10. gün traseleri ve ölçümleri.	25
Şekil 4.2 Olgu 2 ye ait amplitüd elde edilemeyen traselerin görünümü.	26
Şekil 4.3. Olgu 4' e ait a) Sol femur caput femorisin uzun oblik kırığı ve b) postoperatif eksizyon artroplastisini gösteren radyograflar.	27
Şekil 4.4. Arka ekstremitte N. tibialis ve N. peroneus' un motorik sinir latansları.	35
Şekil 4.5. Arka ekstremitte N. tibialis ve N. peroneusun motorik sinir amplitüdları	35

TABLÖLAR

Tablo 2.1. Hücre içi ve dışı Na^+ , K^+ , Cl^- ve Ca^{+2} konsantrasyonları ve tek iyon için denge potansiyelleri	4
Tablo 2.2. Periferik sinir yaralanmalarının sınıflandırılması	11
Tablo 3.1. Biyolojik kırık değerlendirme	15
Tablo 3.2. Klinik kırık değerlendirme	19
Tablo 4.1. Çalışmaya dahil edilen 16 köpeğin signalement bilgileri	24
Tablo 4.2. Arka ekstremitte kontralateral motorik EMG verileri	28
Tablo 4.3. Arka kırık ekstremitenin operasyon öncesi motorik EMG verileri	29
Tablo 4.4. Arka kırık ekstremitenin hemen operasyon sonrası motorik EMG verileri	30
Tablo 4.5. Arka kırık ekstremitenin postoperatif motorik EMG verileri	31
Tablo 4.6. Arka ekstremitte motor iletim hızları	32
Tablo 4.7. Arka ekstremitte motorik latans ve amplitüd EMG ortalamaları	34
Tablo 4.8. Proksimal N. tibialis latans verilerinin istatistik bulguları	36
Tablo 4.9. Proksimal N. peroneus latans verilerinin istatistik bulguları	36
Tablo 4.10. Distal N. tibialis latans verilerinin istatistik bulguları	37
Tablo 4.11. Distal N. peroneus latans verilerinin istatistik bulguları	37
Tablo 4.12. Proksimal N. tibialis amplitüd verilerinin istatistik bulguları	38
Tablo 4.13. Proksimal N. peroneus amplitüd verilerinin istatistik bulguları	38
Tablo 4.14. Distal N. tibialis amplitüd verilerinin istatistik bulguları	39
Tablo 4.15. Distal N. peroneus amplitüd verilerinin istatistik bulguları	39
Tablo 4.16. Ortalama latans verilerinin istatistik bulguları	40
Tablo 4.17. Ortalama amplitüd değerlerinin istatistik bulguları	40
Tablo 4.18. N. tibialise ait sinir iletim hızı istatistik bulguları	41
Tablo 4.19. N. peroneusa ait sinir iletim hızı istatistik bulguları	41

SİMGELER ve KISALTMALAR

AC	Art. Kubiti
AG	Art. Genu
AMN	Alt Motor Nöron
AMP	Amplitüd
AP	Akiyon Potansiyeli
ATP	Adenozintriphosphate
BKAP	Bileşik Kas Aksiyon Potansiyeli
Cl	Klorür
DKG	Dorsal Kök Gangliyonu
DSAP	Duyusal Sinir Aksiyon Potansiyeli
EMG	Elektromiyografi
ENG	Elektronörografi
K	Potasyum
KL	Kontralateral
KM	İki kayıt arası mesafe
LAT	Latans
MAP	Motor Aksiyon Potansiyeli
MMEP	Magnetic Motor Evoked Potentials (manyetik uyarılmış potansiyeller)
MNCV	Motor Nerve Conduction Velocity (Motor Sinir İletim Hızı)
mV	Milivolt
μV	Mikrovolt
Na	Sodyum
Nİ	N. İschiadicus
NM	N. medianus, M. fleksor digitorum superficialis
NMK	Nöromuskuler Kavşak

NP	N. peroneus, M. tibialis kranialis
NR	N.radialis, M.ekstensor karpi radialis
NT	N.tibialis, M. gastroknemius
NU	N. ulnaris, M. fleksor karpi ulnaris
OÖ	Operasyon öncesi
OS	Hemen operasyon sonrası
PB	Pleksus brachialis (Ön ekstremit)
PO	Postoperatif
SNCV	Sensory Nerve Conduction Velocity (duyusal sinir iletim hızı)

ÖZET

Köpeklerin Uzun Kemik Kırıklarında Operasyon Öncesi ve Sonrası Sinirsel İletimlerdeki Değişimlerin Araştırılması

Herhangi bir nedenle (travma vb.) sinire uygulanan basıncın süresi ve şiddetine bağlı olarak sinir liflerinde bir takım yapısal ve fonksiyonel bozukluklar gözlenmektedir. Aynı zamanda sinir liflerinde meydana gelen lezyonun tipi ve derecesine bağlı olarak, motor ve duysal sinir iletiminin yavaşlaması veya durması söz konusudur. Bu çalışmada sinir hasarlarında elde edilen EMG verilerinin amplitüd değerleri, latansları ve iletim hızları hesaplanmış, operasyon öncesi ve sonrası verilerdeki değişikliklerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu araştırmaya Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi'ne trafik kazasında yaralanan 6' sı erkek, 10' u dişi 16 köpek dahil edilmiştir. Veteriner Fakültesi Kliniklerine getirilen bütün hayvanların kaza sonrası kırık olmayan kontralateral ekstremitelerinin EMG kayıtları, kırık bulunan ekstremitelerinin operasyon öncesi, hemen operasyon sonrası ve postoperatif 10. gün EMG kayıtları alınmıştır. Bu çalışmada yer alan amplitüd verileri ile sinir iletim hızları arasındaki değişimler Proksimal ve distal N. peroneus için istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Latans, amplitüd ve motor sinir iletim hızları, sinir yaralanmalarında ve iyileşme sürecinde takibi yapılabilen, değişimleri incelenebilen parametrelerdir. Bu çalışmanın sonucuna göre elde edilen amplitüd ve hız parametreleri, latans değişimlerine göre daha hassas ve istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Taniya yardımcı elektromiyografik muayenelerin travmalı olgularda özellikle prognozun tahmini ve hasarın belirlenmesinde sağladığı anlamlı veriler nedeniyle değerlendirilmesi önerilir.

Anahtar kelimeler: Elektromiyografi, EMG, Kırık, Köpek, Sinir iletim hızı

ABSTRACT

Investigation of Changes In Neural Conduction In Long Bone Fractures of Dogs Before and After Surgery

Depending on the duration and severity of the pressure applied to the nerve for any reason (trauma, etc.), some structural and functional disorders are observed in the nerve fibers. At the same time, depending on the type and degree of lesion occurring in the nerve fibers, there is a slowdown or cessation of motor and sensory nerve conduction. In this study, amplitude values, latencies and conduction velocities of EMG data obtained from nerve injuries were calculated, and it was aimed to evaluate the changes in pre-operative and post-operative data. In this study, 16 dogs (6 male and 10 female) injured in a traffic accident were included in Burdur Mehmet Akif Ersoy University Veterinary Faculty. EMG records of the contralateral extremities without fractures, after the accident of all animals brought to the Veterinary Faculty Clinics, and EMG records of the extremities with fractures were taken before the operation, immediately after the operation and on the 10th postoperative day. The amplitude values, latencies and conduction velocities of the data obtained in this study were calculated, and it was aimed to evaluate the changes in peripheral nerve conduction before and after the operation. The changes between amplitude data and nerve conduction velocities included in this study were found to be statistically significant for proximal and distal N. peroneus. Latency, amplitude and motor nerve conduction velocities are parameters that can be followed and their changes examined in nerve injuries and during the healing process. The amplitude and velocity parameters obtained according to the results of this study were found to be more sensitive and statistically significant compared to latency changes. Diagnostic electromyographic examinations are recommended to be evaluated in trauma cases, especially because of the meaningful data they provide in predicting the prognosis and determining the damage.

Keywords: Dog, Electromyography, EMG, Fracture, Nerve Conduction Velocity

1. GİRİŞ

Elektromiyografi, motor ve duyu sinir fonksiyonları ile nöromusküler iletim ve istemli kas hareketlerinin klinik değerlendirilmesinde kullanılan elektrodyagnostik bir yöntemdir. Duyu ve motor sinir fonksiyonlarının sinir iletim, ENG (elektro nörografi) ile nöromusküler iletim ve kas aktiviteleri ise elektromiyografi (EMG) ile değerlendirilir (Çeşme ve Salcı, 2017).

İskelet kaslarının elektriksel uyarıma verdiği yanıtların değerlendirilmesinde elektrodyagnostik testler, 1949'da veteriner hekimlikte kullanılmaya başlanmıştır. Elektrodyagnostik testlerin amacı, dinlenme durumunda bir kasın elektriksel aktivitesinin kantitatif ve kalitatif değişimlerini veya bir kasın motor sinirinin elektrikle uyarılmasına karşı oluşan kasılma tepkisini göstermektir. Kasların elektriksel aktivitesini kaydetmek için kullanılan cihaz elektromiyograf cihazıdır (Çetin M, 2019).

Elektromiyografi (EMG) kasların fiziksel durumu hakkında bilgi veren bir ölçüm tekniğidir. Günümüzde başta tıpta, fizik tedavi uzmanları tarafından hastalık teşhislerinde kullanılmaktadır. Ayrıca protez kol yapımında yaygın bir şekilde bu metot kullanılmaktadırlar. EMG sinyalleri kasların içerisindeki iyon farklarından kaynaklı belirli bir potansiyel farka sahiptir ve bu sinyaller mV (milivolt) seviyesindedir (Çelik ve Güneş, 2017).

EMG temelli yöntemler halen en yaygın olarak kullanılan tetkik yöntemidir. Nispeten ucuz bir yatırımla elde edilebilir ancak sabit yerleşimli olup sadece belli merkezlerde ve özel eğitilmiş personel tarafından kullanılıp yorumlanabilmektedir (Sağlam, 2017).

Elektrodyagnostik yöntemler yaklaşık 70 yıldır nöroloji alanında kullanılmakta olup, 1960'larda veteriner nöroloji alanında da yer almaya başlamıştır ve günümüzde yan dal olarak gelişmektedir. Veteriner nöroloji alanında ilk kez 1966'da hasta bir köpekten elde edilmiştir (Çeşme ve Salcı, 2017).

EMG yöntemi, günümüzde ucuz oluşuyla beraber kullanım kolaylığı ve önemli veriler ortaya koyması nedeniyle hem küçük hayvan kliniklerinde hem de büyük hayvan kliniklerinde kas elektriksel aktivitesi ve sinir iletiminin ölçümü için rutin kullanıma girmiş durumdadır (Orhan ve ark, 2018).

Türkiyede klasik elektrodiagnostik yöntemler 1930’lu yıllarda başlamıştır. Elektromiyografi konusunda ilk Türkçe kitap 1977 yılında Ertekin tarafından yazılan ve EGE Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları arasında yer alan “Klinik Elektromiyografi” isimli kitaptır (Özlükan, 2016).

Bu çalışmada köpeklerde kontralateral ekstremiteler ile kırık ekstremitenin, operasyon öncesi, hemen operasyon sonrası ve postoperatif EMG kayıtlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Canlı vücudu bir denge ile korunmaktadır. Sinir ve endokrin sistemlerinin birleşik hareketiyle sürdürülür. Sinir sistemi, iç ve dış ortamdaki değişiklikleri izler ve bunlara yanıt verir. Ayrıca algı, davranış ve hafızadan sorumludur ve tüm istemli hareketleri başlatır. Sinir sistemi vücuttaki tüm sinir dokusunu içerir. Nöral doku, bilgiyi vücudun bir bölgesinden diğerine taşır. Entegrasyon ve koordinasyon, merkezi sinir sistemini oluşturan beyin ve omurilikte gerçekleşir. Periferik sinir sistemi ise merkezi sinir sistemi (MSS) dışındaki tüm nöral dokuyu içerir (Farley A, 2014).

2.1. Kas ve Sinirlerin Anatomisi

N. tibialis, popliteal bölgede, n. ischiadicustan ayrılır. Birinci ve ikinci sakral sinirden orijin alır. Tibia ve fibula'nın kaudalindeki bütün kasları innerve eder. N. peroneus, n. ischiadicus'dan ayrılır, n. peroneus superfisialis ve profundus olarak kaput fibula düzeyinde iki kola ayrılır. M. peroneus longus, m. tibialis kranialis, m. ekstensor hallucis longus ve m. ekstensor digitorum brevis kaslarını innerve eder. Plexus brachialis, torakal sinirlerden köken aldığı için büyük bir pleksustur. Genel olarak altıncı, yedinci ve sekizinci servikal sinirlerin ventral dalları ile birinci ve ikinci torakal spinal sinirlerin ventral dallarından oluşur. N. suprascapularis, n. subscapularis, n. axillaris, n. musculocutaneous, n. radialis, n. medianus, n. ulnaris, n. thoracicus dorsalis, n. thoraco lateralis, n. thoracicus longus, n. thoracoventralis, n. pectoralis kranialis plexus brachialisten köken alır. N. radialis, yedinci, sekizinci servikal spinal sinirlerler ile birinci torakal spinal sinirlerin ventral dallarının birleşmesiyle oluşan miks bir sinirdir (Erden ve Turan, 2005). Articulatio kubiti, articulatio karpi ve articulatio digiti'nin tüm ekstensor kaslarını, m. brachioradialis, m. abductor pollicis longus'u innerve eder. N. ulnaris, servikal sekiz ve ilk iki torakal sinirlerin ventral kollarından köken alır. M. fleksor karpi ulnaris'i innerve eder. N. medianus, servikal sekiz ile thoracal birinci ve ikinci sinirlerin ventral kollarından oluşur. Articulatio kubiti düzeyinde m. fleksor digitorum superficialis, m. fleksor digitorum profundus, m. fleksor karpi radialis, m. pronator teres ve m. pronator quadratus kaslarını innerve eder (Bölükbaşı, 2004).

2.2. Nöronların ve Kasların Elektriksel Özellikleri

2.2.1. Zar Potansiyeli

Nöronlar normalde iyi iletkenler değildir ve zarlarındaki iyon değişimi sayesinde sinirsel bir elektrik akımı oluştururlar, “Sinir Akımı” denilen bu özel tipteki elektriksel olay, metal bir iletkendeki elektrik akımına benzemektedir (Korkmaz ve Mahiroğlu, 2007).

Hücre içi sıvı, hücre dışı sıvıya göre çok daha yüksek bir konsantrasyonda potasyum (K^+) ve daha düşük konsantrasyonda sodyum (Na^+) ve klorür (Cl^-) iyonlarına sahiptir. Zarın polarize halinin dengede kalmasını, zar üzerinde bulunan Na^+ ve K^+ pompaları sağlamaktadır. Anılan pompalar ATP harcayarak membranın polarizasyonunu (kutuplaşmasını) korur. Zar üzerinde bulunan voltaja duyarlı aksiyon potansiyeli oluşumunu sağlayan kanallar bulunmaktadır (Kimura, 2001).

Tablo 2.1. Hücre içi ve dışında Na^+ , K^+ , Cl^- ve Ca^{2+} konsantrasyonları ve tek iyon için denge potansiyelleri (Güven, 2012).

İyon	Hücre Dışı (mM)	Hücre İçi (mM)	Denge Potansiyeli (mM)
Na^+	145	12	+66
K^+	4,1	150	-96
Cl^-	118	3,9	-90
Ca^{2+}	1,5	10^{-4}	+129
Kararlı Durum Potansiyeli			-90mM

2.2.2. İyon Yüklerine Göre Nöronların Durumu

Polarizasyon, dinlenme sırasında, tipik bir nöronun, 60 ila 70 mV'luk bir dinlenme potansiyeline (membran boyunca) sahip olduğu, hücrenin iç kısmının dışa

göre negatif olarak yüklendiği durumdur. Depolarizasyon, zarın sodyum iyonlarına karşı geçirgenliğinin arttığı ve Na^+ (sodyum) iyonlarının hızla hücre içine girerek zar potansiyelini pozitif olarak yüklendiği durumdur. Repolarizasyon zarın K^+ iyonuna karşı geçirgenliğinin artarak hücre dışına çıkmasıyla zar potansiyelinin tekrar tersine yani polarize olmaya başladığı durumdur (Özkan ve Çepki, 2018).

Kas hücrelerinde aksiyon potansiyeli tüm kas membranına yayılır. T tüpcüklerinden impulsların derin kas liflerine geçişi sağlanır. Kas liflerindeki kas hücrelerinin sarkoplazmik retikulumlarından kas liflerine kalsiyum salınımı, aktin ve miyozin arasındaki bağlantıyı sağlar ve kas harekete geçer (Jaggy, 2010).

2.3. ENG (Elektronörografi)

Elektrodiyagnoz, motor ve duyuşal iletim hızlarını, repititive sinir uyarılarını, F ve H refleksi gibi geç yanıtları ile bilink refleks ve iğne elektromiyografiyi içerir (Mortari ve ark., 2012).

2.3.1. Motor Sinir İletim Hızı (MNCV)

MNCV ölçümü için subkutanöz elektrodlarla bir sinire elektriksel bir uyarı uygulanır ve sonuç olarak bir kayıt elektrodu ile bu sinirin innerve ettiği kastaki depolarizasyon kaydedilir. Bu depolarizasyon olayı birçok motor ünitenin çok sayıdaki kas lifinin aksiyon potansiyeli ile oluşan geniş bifazik veya trifazik kas potansiyelidir. Manyetik Motor Uyarılmış Potansiyeller (MMEP), köpeklerde transkraniyal manyetik stimölasyon, motor korteksten kaslara giden motor yolların fonksiyonel bütünlüğünün değerdendirilmesinde kullanılabilir. Repetitif (supramaksimal) Sinir Uyarımı (RNS), nöromusküler hastalıklarının değerdendirilmesinde en sık kullanılan yöntemdir (Şirin ve ark, 2016).

Sinir iletim çalışmaları, uyarılmış bir kastan cavap (uyarılmış yanıt) almak esasına dayanır. Sinir ileti hızı hesaplanırken, sinir lifi boyunca proksimal ve distalden olmak üzere iki uyarım noktasından sinir uyarılır, bu uyarım noktalarından

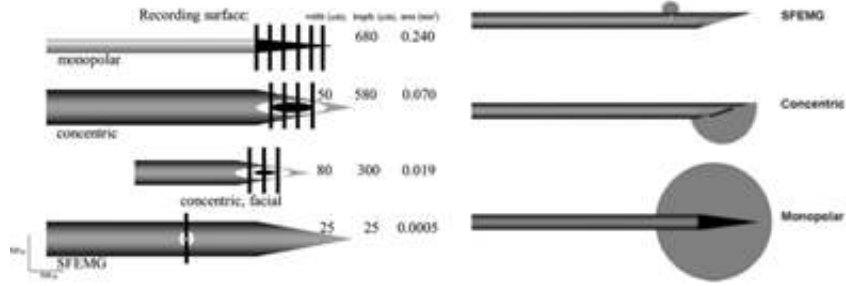
elde edilen EMG verilerine ait latans farkı hesaplanır. İki kayıt arası mesafenin (mm) latans farkına bölümü ile motorik sinir hızı elde edilir. (Ertekin C, 2006).

Duyusal sinirlerde ise bir miks sinir uyarılarak kutanöz dalından ya da tam tersi olacak şekilde kutanöz dal uyarılarak miks gövdeden EMG verileri elde edilir (Bölükbaşı, 2004). Herhangi bir nedenle (travma, turnike uygulamaları vb.) sinire uygulanan basıncın süresi ve şiddetine bağlı olarak sinir lifinde bir takım yapısal ve fonksiyonel bozukluklar gözlenmektedir. Aynı zamanda sinir lifinde meydana gelen lezyonun tipi ve derecesine bağlı olarak, motor ve duyusal sinir iletiminin yavaşlaması veya durması söz konusudur (Erden ve Turan, 2005). F dalgaları, polinöropatilerin teşhisinde kullanılabilen yöntemlerden biridir. Tekli veya az sayıda motor üniteden elde edilen bir BKAP olan F dalgası, ön boynuz hücrelerinin antidromik aktivasyonu ile oluşmaktadır. (Kimura, 2001). H refleksi nöropatilerde ve radikülopatilerde anormallikleri gösteren bir yöntemdir (Kimura, 2001). H refleksi sinirin antidromik uyarılması ile elde edilen geç bir yanıttır. H refleksi latans değişkenliği F dalgasında olduğu kadar fazla değildir. Polinöropatilerde H refleksi kaybı oldukça yaygındır (Fisher 1992). Somatosensoriyel uyandırılmış potansiyeller (SUP); dokunma ya da kas germe gibi fizyolojik veya elektriksel uyarılarla ortaya çıkan aktivitelerdir. Klinik inceleme yapılırken elektriksel uyarı tercih edilir. Çünkü bu şekilde uyarının şekli, süresi ve şiddeti standardize edilmiş olur. SUP tekniği ile periferik sinirdeki büyük çaplı myelinli lifler uyarılır. SUP incelemesinin esası da periferden yapılan uyarıların bu yapılarda oluşturduğu elektriksel değişimleri kaydetme esasına dayanır (Tonyalı, 2000).

2.4. Elektronik Sistemler ve Elektrotlar

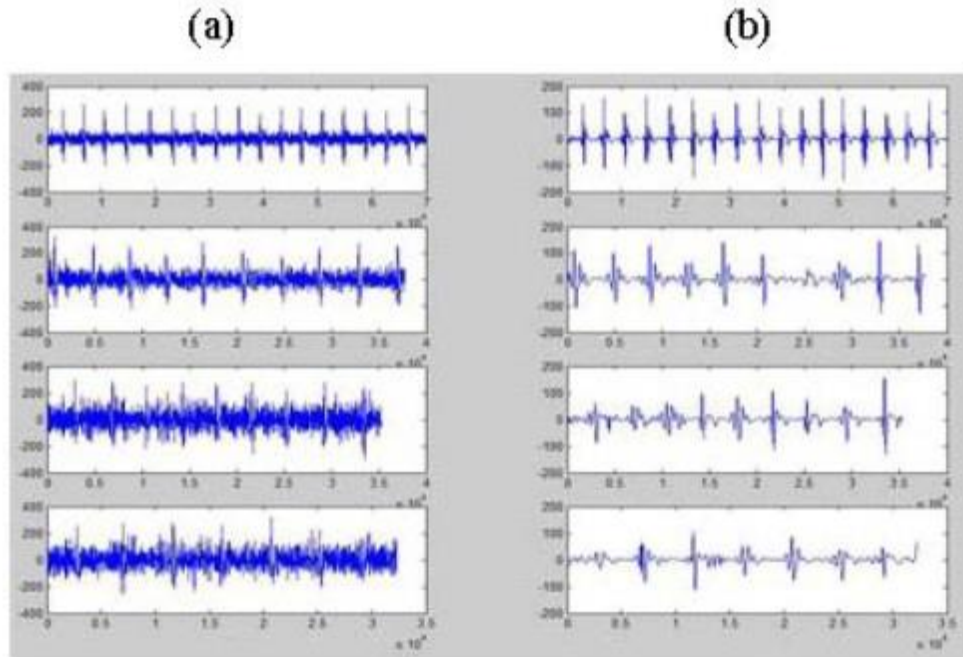
Temel EMG ekipmanları elektrotlar, bir amplifikatör, osiloskop ve hoparlörden oluşur. Elektrotlar yoluyla kaydedilen potansiyellerin bir milyon kata kadar yükseltiliyor olması, elektromiyografik sinyallerin görselleştirilmesine, volt cinsinden sağlanan genliğe ve milisaniye cinsinden zaman olarak görünmesine yardımcı olmaktadır (Jaggy, 2010).

Yüzey elektrotları, platin veya gümüşten yapılmış, ortalama 1x1 cm boyutlarında kare veya yuvarlak metal plakalardır (Kimura, 2001). Standart (*Coaxial*) konsantrik iğne elektrot, merkezinde bir tel bulunan, hipodermik iğnelere benzeyen paslanmaz çelik kanüle sahiptir. Genellikle nikel krom, gümüş veya platin malzemeden yapılmış tel, milin dış kenarına göre 0,3 mm çapında, 0,1 mm veya biraz daha büyüktür (Sanjeev ve ark., 1990). Bipolar konsantrik iğne elektrot, iğne kanül iki ince paslanmaz çelik veya platin tel içerir. Bipolar elektrot böylece potansiyelleri standart iğneden çok daha küçük bir hacimden algılar (Kimura, 2001). Monopolar iğne elektrot, mekanik özellikleri nedeniyle paslanmaz çelikten yapılan bu elektrot, 0,2 ila 0,4 mm çapında, distalinde ve dışında yalıtımlı ince bir noktaya sahiptir. Bir teflon kılıf ile kaplanan telin ortalama çapı yaklaşık 0,8 mm'dir. Keskin ucu, yerleştirme sırasında daha az acıya neden olur, ancak elektriksel olarak daha az kararlıdır, bu nedenle konsantrik elektrottan daha gürültülüdür (Jane ve ark., 1988). Tek lif iğne elektrot (Şekil 2.1) tek lif elektromiyografide kullanılan, motor ünitelerden ziyade spesifik kas liflerinden kayıt yapmak için tasarlanmış, çok daha küçük bir ön kenara sahip olan elektrotlardır (Stalberg ve Trontelj, 1970). Çoklu elektrotlar, kanülün kenarından açığa çıkan, genellikle 1x1 mm boyutunda üç veya daha fazla yalıtımlı kablo içeren elektrotlardır (Buchthal ve ark., 1956). Esnek yapılı elektrot, genellikle hipodermik bir iğne ile sokulan esnek bir tel şeklindedir. Özellikle kinetik incelemelerde hareket serbestliğine izin verir (Kimura, 2001). Cam mikro elektrot, hücre içi kayıt için kullanılan bir cam mikro elektrot, potasyum klorür çözeltisi ile doldurulmuş ince cam tüpünden oluşur. Aşırı kırılabilirliği nedeniyle, uygulayıcı tarafından elektrotu kasa sokmak için taşıyıcı olarak bir kanül ve maruz kalan kas içine yerleştirmek için bir mikro manipülatör kullanılır (Gilchrist ve ark., 1994).



Şekil 2.1. EMG İğne Elektrotları (Erik ve Donald, 2009).

Vücut tarafından üretilen biyopotansiyeller, küçük genlikli ve düşük frekanslı sinyallerdir. Sinyallerin görünebilir büyüklükteki frekanslara ulaştırılması ve bilgisayarlı sistemlere uyum sağlamaları için tasarlanan cihazlardır (Kimura, 2001). Teknolojik olarak kullanılan her cihaz gürültü üretir (Şekil 2.2.) Çevresel olan gürültünün frekansı 50 Hz ile 60 Hz civarındadır (Şenli, 2011).



Şekil 2.2. a) Orijinal b) Filtrelenmiş yüzey EMG (Şenli, 2011).

Osiloskop, sinyalin dalga şeklinin, frekansının ve genliğinin aynı anda belirlenebilmesini sağlayan elektriksel gözlem ve ölçüm cihazlarının genel adıdır (Kalaycı, 2016). Sağlıklı kaslar normalde sessizdir (Şirin ve Ark, 2016).

Stimülatörler, farklı ölçüm tipleri için uyaranların kontrolünü, şiddetini, frekansını ve zamanlamasını sağlayan ekipmanlardır (Kimura, 2001).

2.5. Periferik Sinirlerin Anatomisi

Bir periferik sinirin enine kesitinde en dış kısımda sinir bütününi örten, kollajen ve elastik liflerden oluşan gevşek bağ dokusu tabakası epineurium (epinöryum) bulunur (Şekil 2.5). Bu tabaka, dışarıdan gelen travmaların fasikül üzerine olan şiddetini azaltır. Epineurium'un altında gruplar halinde motor ve duyuşal aksonları içeren sinir demetleri (fasikül) bulunur. Bir periferik sinir içerisinde ortalama 3-5 fasikül bulunur. Fasikülü çevreleyen perineurium (perinöryum), gerilim meydana getiren faktörlere karşı koruyucu kimyasal bir bariyer olarak görev yapan, çok tabakalı bağ dokusundan oluşan yapıdır. Fasikülün içinde aksonların arasındaki ince bağ dokusuna ise endoneurium denir. Bu tabaka nöronlar ve diğer bölümler arasında elektriksel yalıtımı sağlamaktadır (Klinik Fizyoterapi, 2019).

2.5.1. Periferik Sinir Yaralanmaları ve ENG

Periferik sinir hasarının sınıflandırılması, sinir liflerinin normal anatomisine verilen hasarın derecesine dayandırılarak yapılmıştır. Travmalarda elektriksel reaksiyonlar, hasarlanma bölgesinin altındaki sinirin iletim kabiliyeti, hızı ve kasların elektriksel uyarılabilirliği ile ilgilidir (William, 2008).

Basınca bağlı sinir yaralanmalarında öncelikli olarak epinöral iskemi ve ektranöral ödem oluşur. Eğer basıç uzun süre devam ederse, sinir lifinin çevrsinde fibrosis, skar dokusu ve sonuçta intranöral ödem oluşur. Basınca maruz kalan kronik sinir yaralanmalarında sinir iletim hızı yavaşlayabilir, BKAP değeri aynı kalabilir. Basınca bağlı akut sinir yaralanmalarında ise BKAP değeri hiç alınamayabilir. Fokal demiyelinizasyonlar 7-10 gün içinde gerçekleşir. Devamında remiyelinizasyon süresi 14-28 gün sürer. Miyelin zarar gördüğünde zarar gören bölgelerde sinir iletimi yavaşlar, aksiyon potansiyeli oluşturmak için gerekli olan süre uzar. Tuzak nöropatilerde olduğu gibi latans uzar, motor sinir iletim hızı yavaşlar. Bir olgunun tuzak nöropatisi olarak değerlendirilebilmesi için latansının en az %150 artması sinir

ileti hızının %70 azalması ile tespit edilebileceği bildirilmiştir (Tapadia ve ark., 2010).

Seddon "nöropraksi", "aksonotmezis" terimlerini kullanmıştır. Nörotmezis, periferik sinir yaralanmalarını tarif eder. Nöropraksi, motor ve sensörük sinir liflerinde meydana gelen hafif bir yaralanma şeklidir. Sinir yaralanmalarında iyileşme saatler, günler, haftalar içinde veya birkaç aya kadar gerçekleşebilir. Aksonotmezis genellikle ezilme yaralanmalarında, sinir gerilmesi yaralanmalarında veya ateşli silah yaralanmalarında görülür. Yaralanmalarda aksonlar ve miyelin kılıfları kırılır, ancak çevreleyen stroma (yani schwann tüpleri, endonörium ve perinörium) kısmen veya tamamen sağlam kalır, ardından Wallerian dejenerasyonu meydana gelir, ancak daha sonra aksonal yeniden büyüme, sağlam endonöral tüpler boyunca ilerleyebilir. Sunderland'ın sınıflandırması (Tablo 2.2) bu kategoriyi daha da böler. Nörotmezis, ya tamamen kesilmiş bir siniri tanımlar. Ya da aksonal yeniden büyümenin imkânsız olduğu skar dokusu tarafından belirgin şekilde düzensizleştirilmiş bir siniri tanımlar (Marie Nicole Biso G, 2020).

Kronik sinir yaralanmaları için özel sınıflandırma yöntemleri kullanılmıştır. McGowan Tip I sınıflandırmasına göre ulnar sinirin orta ve geçici olan kompresyonları ile uyuşmanın görüldüğü ve kaslarda atrofi oluşturmeyen sınıflandırmadır. Tip II sınıflandırmada, kasın sadece zayıflaması (atrofi) söz konusudur, deinnervasyona bağlı paraliz yoktur. Tip III, kas atrofisi ile beraber paralizin de bulunduğu sinir hasarıdır. Aynı şekilde Dellon sınıflandırması da nöropatilerde kullanılan genişletilmiş sınıflandırma şeklidir (Tapadia ve ark., 2010).

Tablo 2.2. Periferik sinir yaralanmalarının sınıflandırılması (Avcı ve ark, 2002).

Nöropraksi	1. derece yaralanma	Segmental, demiyelinizasyon lokalize iletim bloğu
Aksonotmezis	2.derece yaralanma	Aksonal yaralanma, distalde Wallerian dejenerasyonu
	3. derece yaralanma	Wallerian dejenerasyonu Endonöryumda fibrozis ile beraberdir.
	4. derece yaralanma	Sağlam olan tek yapı eksternal epinöriumdur
Nörotmezis	5. derece yaralanma	Sinir tamamen ayrılmıştır.

Birinci derece yaralanma, akson dahil olmak üzere sinir gövdesini oluşturan bileşenler korunduğu, Wallerian dejenerasyonun olmadığı, hareketsiz bir dönemden sonra sinir liflerinin yeniden faaliyete geçebildiği yaralanma tipidir. İkinci derece yaralanmada, aksonun parçalanması ve toplu olarak Wallerian dejenerasyonu olarak adlandırılan tüm ilişkili değişiklikler içeren yaralanma tipidir. Üçüncü derece yaralanma aksonal parçalanma ve Wallerian dejenerasyonuna ek olarak, endonöral tüplerin devamlılığı da yok edilir, funiküllerin iç yapısı düzensizdir. Dördüncü derece yaralanma, tüm funiküllerin dahil olduğu, tüm demetlerin zarar gördüğü, ancak sinir gövdesinin bütünlüğünün sağlandığı yaralanmadır. Beşinci derece yaralanma, motor, duyuşal ve sempatik kaybın tamamen kaybolmasıyla sonuçlanan, sinir gövdesinin devamlılığının kaybolması anlamına gelen sinir yaralanmasıdır (William W, 2008).

Akut periferik sinir yaralanmalarında ani bir başlangıç vardır. Travma sonrası hasarlanan sinirde hemen Wallerian dejenerasyonu meydana gelir. Wallerian dejenerasyonu; bozulmamış ilk Ranvier boğumundan başlar. Sinirin hasar görmüş segmenti fagosite edilir ve sinirin distaline doğru yenilenme başlar (Yıldırım, 2020).

Wallerian dejenerasyon süreci aksonotmeziste daha ayrıntılı şekilde görülmektedir. Hücre gövdesi, yaralanmanın distalindeki akson segmentinden ayrılır.

Gerekli moleküllerin ve elektrik sinyalinin hücre gövdesinden akson parçasına taşınması kesintiye uğrar. Kalsiyum seviyelerinin yükselmesi ve buna bağlı olarak elektriksel yanıtın kaybolması nedeniyle akson kısmında ödem vardır. Daha sonra hem akson hem de miyelinin parçalanması görülür. Lezyon daha proksimal ve hücre gövdesine yakın ise nöron ölümü meydana gelir. Merkezi kromatoliz (Nissl cisimciklerinin parçalanması) vakaların çoğunda hücre gövdesinde gözlenen tek değişikliktir. Aksonotmezisde iki olası iyileşme modu vardır: kollateral filizlenme ve rejenerasyon. Motor aksonların %20-30'undan daha azında yaralanma olduğunda kollateral filizlenme meydana gelir. Kalan aksonlar, yaklaşık 2-6 ay süren yardımcı filizlenmeye katkıda bulunurlar (Kamble ve ark., 2019).

Yaralanmadan 48 ila 96 saat sonra, aksonal süreklilik kaybolur, uyarı iletimi engellenir. Sonraki 36 ila 48 saat miyelin parçalanması devam eder. Aksonal ve miyelin kalıntılarının temizlenmesi, rejenerasyon için elverişli bir ortam yaratır. Hafif yaralanmalarda rejenerasyon hemen başlar, ancak daha ciddi yaralanmalarda sinir rejenerasyonu ancak Wallerian dejenerasyonu başladıktan sonra oluşur (Nadi ve Althagafi, 2020).

Kronik sinir yaralanmalarında patoloji, sinirin doğrudan sıkışmasından sonra ortaya çıkar, bu da yapısal deformasyona, venöz dönüş ve aksoplazmik akışın engellenmesine yol açar. Bu, sinir çevresinde ödemin oluşmasına ve basınç arttıkça venöz tıkanıklığın artmasına neden olur. Kompresyonun etkeni ortadan kaldırılmazsa, sinir fibrozise uğrar. Bu patolojik değişiklikler demiyelinizasyon ve sinir iletiminin durması ile sonuçlanır (Yıldırım, 2020).

Kronik basınca bağlı oluşan sinir yaralanmalarında birçok çalışmanın sonucu olarak aksonal dejenerasyon yerine demiyelinizasyon görünmektedir. Bu süreçte sodyum ve potasyum iyon kanallarının yapısını bozulmayı sağlayan c-fos adında bir madde salgılanır. Diğer yaralanmalarda salgılanan interlökin 1 ve interlökin 6 gibi yangı mediatörlerinden farklı olarak henüz açıklanamayan moleküler bir mekanizmaya sahiptir. Böylelikle sinir liflerindeki miyelin stabilizasyonu sırasında gerçekleşen ağrı ve duyarlılığın azaltılmasında rol aldığı düşünülmektedir (Tapadia ve ark., 2010).

Basınca maruz kalan sinir yaralanmalarında 8 saati geçmeyen iskemi tablosunun prognozu iyi olarak değerlendirilebilir (Mark ve ark, 2004).

Bir akson kesildikten sonra distal sinir segmentinde Wallerian dejenerasyon süreci başlar ve bu süre boyunca distal akson parçası elektriksel olarak uyarılabilir. Bu ileti normal ya da normale yakındır ve iletim hızı yavaşlayabilir. Bu süre motorik aksonlarda 7 gün, sensorik aksonlarda ise 11 günü bulmaktadır. Travmatik sinir yaralanmalarında zaman çok önemlidir. Aksonetmezise bağlı bir lezyonun yerini ve dağılımını görmek için 7 ile 10 gün gereklidir. Kesin olarak teşhis, fibrilasyon potansiyellerinin görünmesi ile mümkündür. Gerekli olan süre iğne EMG de en az 3-4 hafta arasındadır (Dianna ve ark, 1999).

Nöropraksi kaslarda yapısal bir değişiklik yapmaz, normal M yanıtı alınabilir. Nöroprakside sinir aksonu korunmuştur ve 1-6 saati bulan iskemi veya fokal demiyelinizasyon sonucunda distal kısımdan yanıt alınamayabilir. Geçici olan bu durum, yakın dokularda olan ödem kaynaklı olabilir (Ertekin, 2006)

Sadece nöropraksik lezyona sahip sinir yaralanmalarında, lezyonun distalinden ve proksimalinden sinir uyarılabilir. Lezyonun altındaki bölgeden sinir uyarıldığında, innerve ettiği kasın BKAP normal olacaktır. Çünkü aksonal kayıp ve Wallerian dejenerasyonu henüz olmamıştır. Lezyonun proksimalinden uyarıldığında ise kasa ait BKAP ya az oluşur ya da hiç olmaz. Bu durum sinir liflerinin ne kadarının bloklandığı ile ilgilidir. Normalde uyarıcı ile kayıt arası mesafe arttıkça amplitüd değeri düşmektedir, bu yüzden amplitüd düşmesinin ne kadar bir bloklanmayı gösterdiği tartışma konusudur. Amplitüd düşüşleri her 25 cm mesafe için %20'nin altına düştüğünde anormaldir. En önemlisi nöropraksik yaralanmalarda, lezyonun distal kısmının uyarılabilirliği ve kas aksiyon potansiyelinin değişmeyeceğidir. Aksonetmezisli sinir yaralanmaları, birkaç gün için nöropraksi şeklinde seyreder. Distal amplitüd değerlerinde azalma olabilir. Wallerian dejenerasyonu' nun tamamlanması sürecine kadar her ikisini birbirinden ayırd etmek güç olabilir. Bu süre 9 güne kadar uzamaktadır. Duyusal sinir potansiyelleri de BKAP gibi benzerlik gösterirler (Lawrence ve Robinson, 2000).

Distal bileşik kas aksiyon potansiyel amplitüdleri yaralanmalarda geçici olarak düşer ve tamamen nörapraksiktir. Kullanmamaya bağlı distal atrofi şekillenmediği sürece iyileşir (Ji-Geg ve ark, 2008).

Duyusal bir sinir lifi, dejenerasyon aşamasında ise akson sayısının düşüklüğü sebebiyle duysal aksiyon potansiyeli düşmektedir. Duyusal ileti hızı bu durumda pek değişmez. Sinir lifi demiyelinizasyon ve remiyelinizasyon aşamasında ise, duysal iletim hızı düşecektir. Oluşan aksiyon potansiyellerindeki dalgalanma, sinir liflerinin ileti hızlarındaki değişiklikten kaynaklanmaktadır (Baslo, 2009).

Bir sinir lifinde nöropraksik hasar var ise 2-12 haftada aksonal rejenerasyon ile iyileşebilmektedir. Bir sinirde kısmi akson kaybına bağlı hasar var ise sağlam kalan motor liflerinin kollateral filizlenmesi ile 2-6 ayda iyileşebilmektedir. Yine orta düzeyde yaralanma var ise hasarlı tarafın aksonal dejenerasyonu ile kollateral filizlenme eşliğinde 2-6 ayda iyileşebilmektedir. Sinir lifi hasarının ciddi olduğu ve bütünlüğünün bozulduğu sinir hasarlarında, aksonal rejenerasyon ve sinir gerefti uygulaması sonucu 2-18 ayda iyileşebileceği bildirilmiştir (Dianna ve Shawn, 1999).

İğne EMG, akson kaybının belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Ancak kaybın derecesi hakkında bilgi vermez, zira orta dereceli akson kayıplarında bile sık fibrilasyon potansiyelleri görülmektedir (William, 2008).

BKAP'ın olmaması veya uzaması, periferik sinire ait nörolojik bir lezyonun (aksonotmezis ve nörotmezis) olduğunun belirtisidir (Mortari ve ark., 2012).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

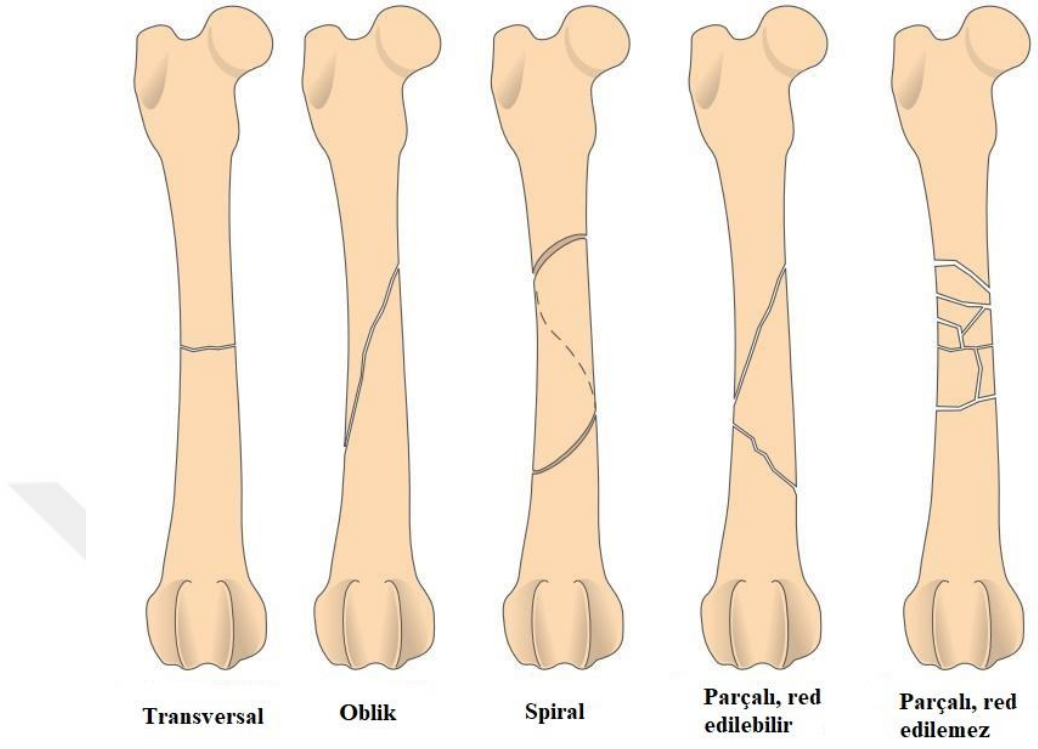
3.1. Gereç

3.1.1 Hayvan Materyali

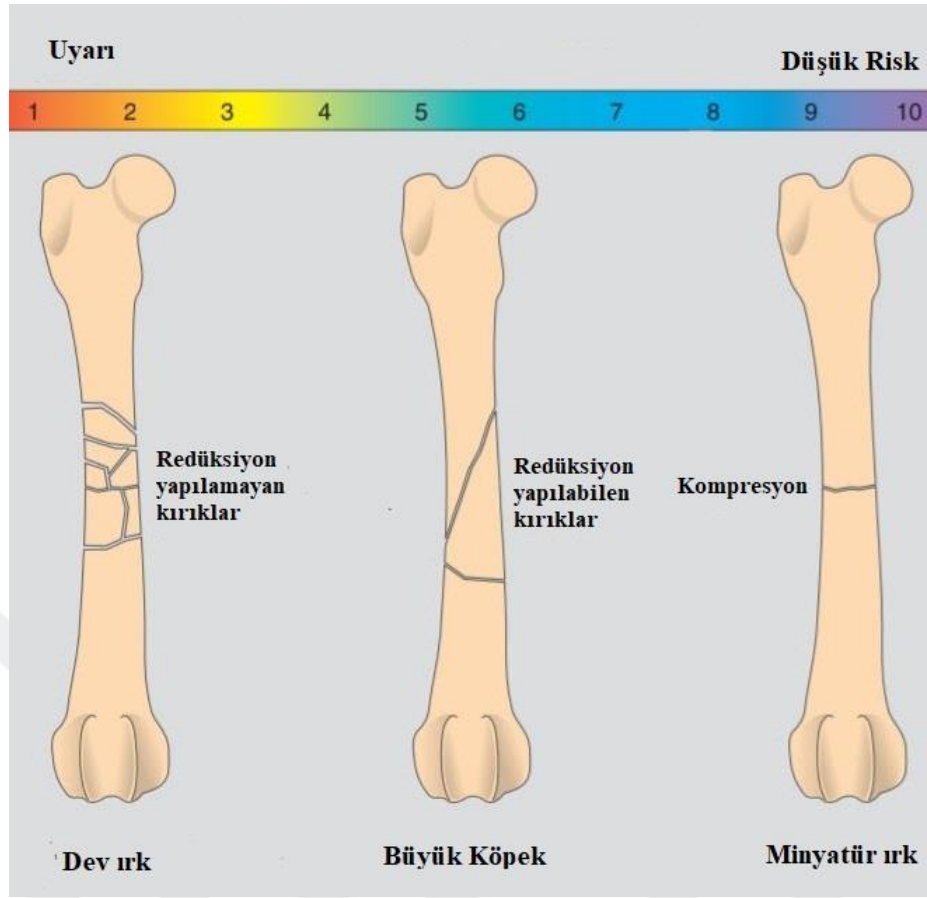
Bu çalışmada Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesi Cerrahi Kliniğine ekstremitte kırığı ile getirilen ve operasyona alınan, ASA (Amerikan Anestezistler Derneği) sınıflandırmasına göre 1. veya 2. sınıfta yer alan, değişik ırk, yaş, cinsiyet ve vücut ağırlığında 16 adet köpek kullanıldı. Bütün hayvanlar biyolojik kırık değerlendirmesi (Tablo 3.1.), kırık çizgilerinin yönü ve sayısına bağlı olarak kırıkların sınıflandırılması (Şekil 3.1.), kırık çizgisinin radyografik konumunu baz alan fizeal kırıkların Salter-Harris sınıflandırması (Şekil 3.3.), mekanik kırık değerlendirmesi (Şekil 3.2.) ve klinik kırık değerlendirmesi (Tablo 3.2.) başlıkları altında incelendi, Operasyon sonrası kontrole getirilen hastaların ekstremitelere ait dokunma duyusu ve derin ağrı duyumu testleri tekrarlandı.

Tablo 3.1. Biyolojik kırık değerlendirmesi (Fossum, 2017).

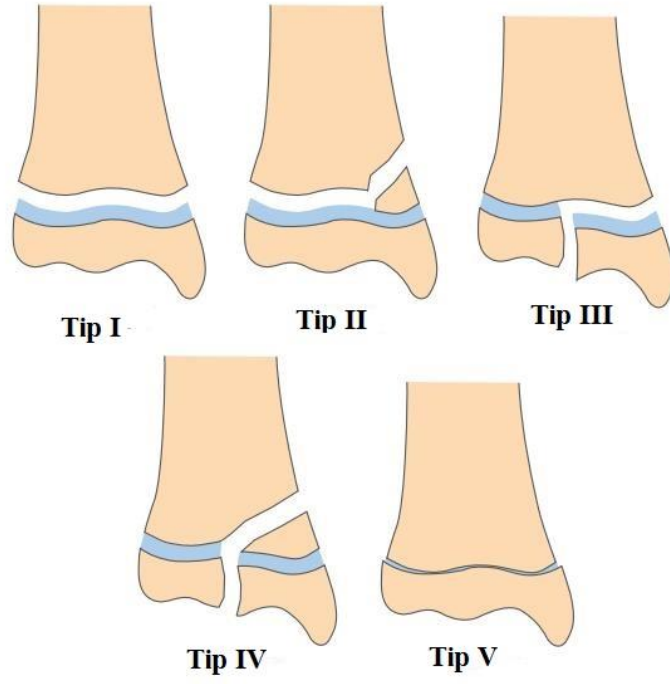
Yüksek Risk 1	2	3	4	5	6	7	8	9	Düşük risk 10
Yaşlı hasta			Orta yaşlı		Genç erişkin				Yavru
Sağlığı kötü									Sağlığı mükemmel
Zayıf									İyi
yumuşak									yumuşak
doku örtüsü									doku örtüsü
Kortikal									Spongiöz
kemik									kemik
Yüksek hız									Düşük hız
yaralanması									yaralanması
Geniş				Mini					
yaklaşım				yaklaşım					Kapalı



Şekil 3.1. Kırık çizgilerinin yönü ve sayısına bağlı olarak kırıkların sınıflandırılması (Fossum, 2017).



Şekil 3.2. Mekanik kırık değerlendirme. Kırık değerlendirme belirlenirken dikkate alınması gereken mekanik faktörler. Tablonun solundaki durumlar (destek fonksiyonu ve çoklu ekstremitte yaralanması) implant sistemine maksimum basınç uygular ve dikkatli bir implant seçimi ve uygulaması gerektirir. Bunun aksine sağdaki durumlarda implant sistemi üzerine daha az yük binerek komplikasyon riski azalır (Fossum, 2017).



Şekil 3.3. Kırık çizgisinin radyografik konumunu baz alan fizeal kırıkların Salter-Harris sınıflandırması (Fossum, 2017).

Tablo 3.2. Klinik kırık değeriendirmesi. Hasta kırık değeriendirmesinde dikkate alınacak klinik faktörler. Soldaki klinik faktörler pek az postoperatif bakım gerektiren konforlu bir implant sistemi gerektirirken, sağdaki klinik faktörlerle her implant sistemi (postoperatif bakımı ne olursa olsun) uygundur (Fossum, 2017).

Yüksek Risk	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Düşük risk
Hasta sahibi uyumu kötü										Hasta sahibi uyumu iyi
Hasta uyumu kötü										Hasta uyumu iyi
Korkak										Dayanıklı
Yüksek konfor düzeyi gerekli										Konfor düzeyi gerekli değil

3.1.2 Anestezi Materyalleri

Çalışmada yer alan bütün hastalara indüksiyonu sağlamak amacıyla 4 mg/kg propofol (Propofol, %1 Fresenius, Freseneus Kabi, Germany) intravenöz yolla verildi. Hastalar için önceden hazırlanmış uygun numaralı entübasyon tüpleri ile hayvanlar entübe edilerek anestezi işlemine devam edildi. Hastalar anestezi cihazına bağlandı ve sevofloran (Sevoran, Abbott Lab. İth. Ve İhr. Tic. Ltd. Ştd. İstanbul, Türkiye) ile anestezinin devamlılığı (%3) sağlandı (Drager Primus, Germany). Operasyon sonrası kontrole getirilen hastalar için aynı anestezi protokolü uygulandı.

3.1.3 Perioperatif Veri Toplamada Kullanılan Materyaller

Çalışmaya dahil edilen köpeklerin anemnezleri alındı, fiziksel muayeneleri yapıldı, ortopedik muayeneleri yapıldı, nörolojik olarak ekstremitelere ait dokunma duyusu ve derin ağrı duyularına bakıldı, etkilenen ekstremiteler tespit edildi ve kırık bulunan ekstremitenin radyografileri alındı. Anestezi öncesi ve anestezi sırasında nabız, solunum sayısı, vücut ısı ve arteriyel oksijen saturasyonu (SpO₂-pulse oksimetre ile) değerleri hasta başı monitörü (URIT, UC50, Guilin, Guangxi, China) ile takip edilerek kaydedildi. Entübe edildikten sonra kardiyovasküler parametreler, end tidal karbondioksit, tidal volüm, kompliyans ve minute volüm değerleri inhalasyon anestezi cihazı (Dräger, Primus, Lübeck, Germany) kullanılarak kaydedildi. Yeterli derinlikte anestezi sağlanan hastalara iğne elektrotlar yerleştirilerek, operasyon öncesi kontralateral ekstremita ile kırık olan ekstremitenin kayıtları, EMG cihazı (Medelec Synergy®, Oxford Instruments, Abingdon, UK) kullanılarak alındı. Her hasta için dikiş uygulamasını takiben ve postoperatif olmak üzere kırık ekstremiteden standart iğne elektrotlar ile EMG kaydı alındı ve kaydedildi.

3.2 Yöntem

Kliniğe getirilen hasta köpeklerin anemnez bilgileri alındı, fiziki muayeneleri, ortopedik ve nörolojik muayeneleri yapıldı, radyografileri alındı, kırık değerlendirme skorları değerlendirildi, operasyon yöntemi belirlendi. Sırasıyla indüksiyonları, entübasyon işlemleri ve volatil anestezi için ASA sınıflandırmasına göre durumları

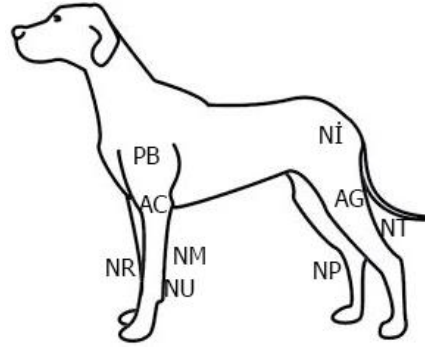
değerlendirildi. Hastaların yaş, kilo, vücut ısısı, kapillar dolum zamanı, solunum ve kalp atım sayısı verileri kaydedildi.

Anestezi hazırlığı yapılan bütün hastalar için 22 mg/kg iv Sefazolin (iespor, İE. Ulugay İlaç Sanayi A. Ş., İstanbul, Türkiye), 0,2 mg/kg meloxicam (maxicam, Sanovel, Türkiye) subkutan (sc) olarak yapıldı. İndüksiyon için 1 mg/kg propofol (%1 Fresenius) iv olarak uygulandı ve entübasyon işlemiyle beraber hastalar anestezi cihazına bağlandı (Drager, Primus, Lübeck, Germany). Her hasta için anestezi boyunca ısı kaybını önlemek için ısıtıcı yatak (Medvarm, Türkiye) kullanıldı. Bütün hastaların operasyon süresi boyunca %0,9 izotonik NaCl (Polifirma İlaç Sanayi ve Ticaret A.Ş., Tekirdağ, Türkiye) 5ml/kg olacak şekilde infüzyonu sağlandı.

Ön ekstremitte için humerus ve radius-ulna kemik kırıkları, arka ekstremitte için femur ve tibia-fibula'nın kırık değerlendirme skorları ele alındı. Kontralateral ekstremiteler de referans veriler için EMG kaydına tabi tutuldu. Mezura ile birinci ve ikinci kayıt noktaları arasındaki mesafe ölçüldü ve kayıt altına alındı. Çalışmada EMG kaydı yapılacak olan her bir sinir için iğne elektrodların yerleştirileceği bölgeler belirlendi.

EMG cihazı hazır hale getirildi, kayıt elektrotlarının amplifikatör bağlantıları yapıldı (Şekil 3.5). Kayıt elektrodunun aktif ucu N. tibialis için m. gastrecnemius kasına, referans ucu ise distal 2-3 cm distaline yerleştirildi. N. peroneus için m. tibialis kranialis kasına, referans ucu ise 2-3 cm distaline yerleştirildi. Toprak elektrotu stimülatör ile kayıt elektrotları arasına yerleştirildi.

EMG kaydı yapılırken, dışarıdan elektriksel uyarı verebilmek için sinirin anatomik seyri belirlendi, innerve ettiği kas liflerine kayıt elektrotları yerleştirildi, elektriksel uyarı en küçükten başlayarak supramaksimal değere ulaşmıncaya kadar arttırıldı, veriler kaydedildi. Her iki ekstremitte için proksimal ve distal uyarı bölgeleri ile kayıt elektrotların bulunduğu bölgeler harflerle gösterildi (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. EMG kaydı alınırken kullanılan anatomik bölgeler. Ön ekstremité için; pleksus brachialis (PB), Art. kubiti (AC), n. radialis (NR)- m.ekstensor karpi radialis, n. ulnaris (NU)- m. fleksor karpi ulnaris, n. medianus (NM)- m. fleksor digitorium superficialis, Arka ekstremité için; n. ischiadicus (Nİ), artiulatio genu proksimali (AG), n. tibialis (NT)- m. gastroknemius, n. peroneus (NP)- m. tibialis kranialis.



Şekil 3.5. a) EMG cihazı, b) Amplifikatör

Motor iletim çalışması BKAP kaydı amacıyla arka ekstremité için birinci olarak n. ischiadicus'tan, ikincisi de art. genunun lateralinden olmak üzere uyarı verildi (Tablo 3.6). Kayıt, N. tibialis için m. gastroknemius kasından, n. peroneus için m. kranialis tibialis'ten alındı ve veriler EMG cihazı ile kaydedildi (Şekil 3.5).

Motor sinir iletim hızları (m/s); farklı iki uyarım noktası arasındaki mesafenin (milimetre), bu yerlerden kaydedilen latanslar arası farka (ms) bölünmesiyle elde edildi ve kaydedildi.

3.2.1 EMG Verilerinin Toplanması

Tüm olguların EMG verileri, latans, amplitüd ve hız olarak tablolar halinde toplandı. Çalışmada EMG kaydı yapılan kontralateral ekstremiteler ile kırık ekstremitelere ait latans, amplitüd ve hız verileri karşılaştırılmıştır. Kontralateral, operasyon öncesi, hemen operasyon sonrası, postoperatif 10. gün latans, amplitüd ve hız verileri karşılaştırılmıştır.

3.2.2 İstatistiksel Analiz

İstatistiksel değerlendirme için MINITAB 16 programında paired sample t testi kullanıldı. Bütün değerlendirmelerde $p < 0,05$ değerini, değerlendirmesi yapılan veriler arasında istatistiksel öneminin olduğunu, $p > 0,05$ değerinin, değerlendirmesi yapılan veriler arasında istatistiksel öneminin olmadığını göstermektedir.



Şekil 3.6. Olgu 1'e ait N. ischiadicusun elektriksel stimülasyonu ve m. gastrecnemius kasında kayıt elektrodu gösterilmiştir.

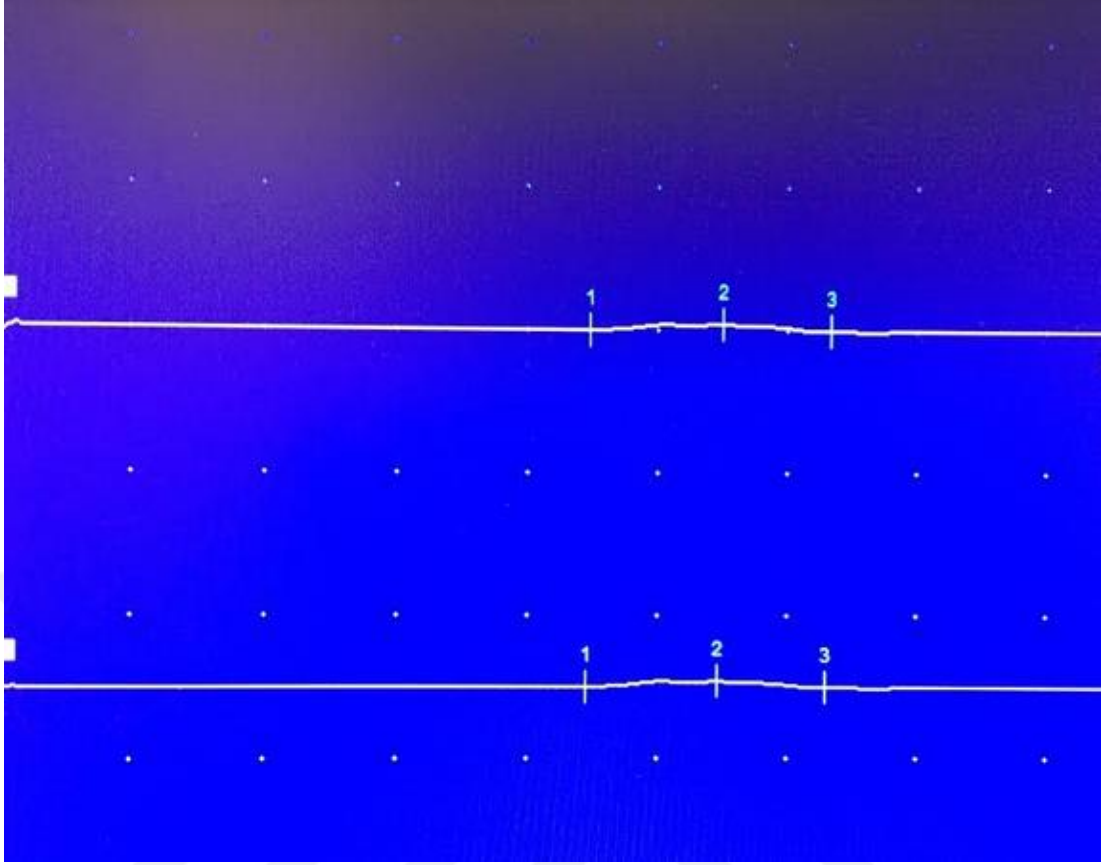
4. BULGULAR

4.1. Klinik Muayene Bulguları

Çalışmaya dahil edilen köpeklerin tamamı Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesine getirilen, yaşları 2,5 ay ile 3 yıl arasında değişen, trafik kazalı hastalardan oluşmaktadır. Çalışmada 6'sı erkek 10'u dişi, toplam 16 köpeğe ait 9'u sol, 7'si sağ femur kırığa sahip hastalar yer almıştır. Vücut ağırlıkları 2 kg ile 20 kg arasında değişen köpekler melez ırkıdan oluşmaktadır (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Çalışmaya dahil edilen 16 köpeğin signalement bilgileri

HASTA	IRK	YAŞ	CİNSİYET	AĞIRLIK (kg)	HASARLI KEMİK
1	MELEZ	2,5 AY	ERKEK	12	SOL FEMUR
2	MELEZ	2,5 AY	ERKEK	12	SOL FEMUR
3	MELEZ	3 AY	DİŞİ	10	SOL FEMUR
4	MELEZ	6 AY	DİŞİ	8	SOL FEMUR
5	MELEZ	5 AY	DİŞİ	11	SOL FEMUR
6	MELEZ	3 AY	DİŞİ	8	SAĞ FEMUR
7	MELEZ	7 AY	ERKEK	7	SOL FEMUR
8	MELEZ	4 AY	DİŞİ	8	SAĞ FEMUR
9	MELEZ	7 AY	ERKEK	7	SOL FEMUR
10	MELEZ	3 YAŞ	ERKEK	17	SAĞ FEMUR
11	MELEZ	6 AY	ERKEK	2	SOL FEMUR
12	MELEZ	3 AY	DİŞİ	15	SAĞ FEMUR
13	MELEZ	4 AY	DİŞİ	16	SAĞ FEMUR
14	MELEZ	3 AY	DİŞİ	20	SOL FEMUR
15	MELEZ	3 AY	DİŞİ	20	SAĞ FEMUR
16	MELEZ	6AY	DİŞİ	6	SAĞ FEMUR



Şekil 4.2 Olgu 2 ye ait amplitüd elde edilemeyen traselerin görünümü.

Olgu 2'ye ait operasyon öncesi trase alınamayan EMG görüntüsü şekil 4.2'de gösterilmiştir. Bir femur kırığına ait olan traselere göre proksimalden ve distalden olmak üzere iki uyarı bölgesi üzerinden uyarı yapıldı. Proksimal uyarım N. ischiadicustan, disatal uyarım ise popliteal bölgeden yapıldı. N. ischiadicusun dalları olan N. tibialis ve N. peroneusun illetim hızlarını hesaplamak için uyardıkları kaslar olan M. gastrecnemiustan ve M. tibialis kranilisten latans verileri alındı. N. tibialis için M. gastrecnemiustan kasına, N. peroneus için M. tibialis kranialis kaslarına ait proksimal latans değerleri sırasıyla 2,50 ms ve 2,92 ms dir. Popliteal uyarımlı distal latans değerleri sırasıyla 1,20 ms ve 1,56 ms dir. İki kayıt arası mesafe 7,5 cm olarak ölçülmüştür. İletim hızı; iki kayıt arası mesafenin (milimetre cinsinden) bulunan latansların farklarına bölünmesiyle elde edilir. N. tibialis için iletim hızı; $75 \text{ mm} / 2,50 \text{ ms} - 1,20 \text{ ms}$, 57,6 m/s dir. N. peroneus için $75 \text{ mm} / 2,92 \text{ ms} - 1,56 \text{ ms}$, 57,6 m/s dir.

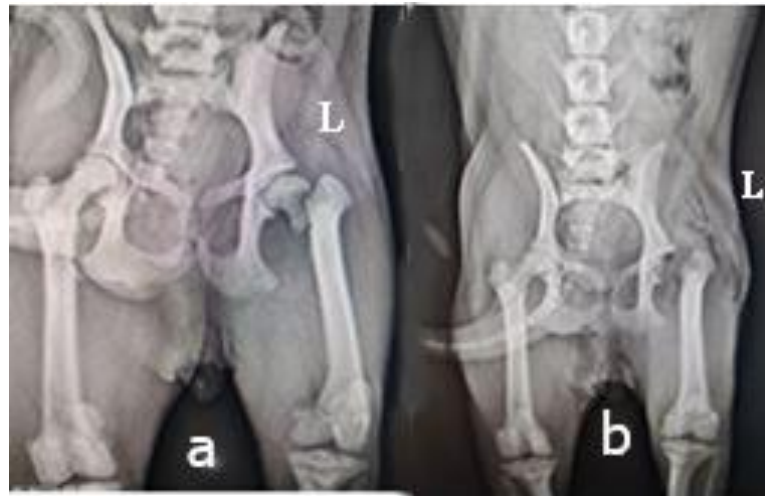
Çalışmada kırık değerlendirmelerine göre sınıflandırma yapılmıştır. Kırık çizgilerinin yönü ve sayısına göre 1 numaralı olgu spiral, 2, 3, 6, 7, 8,10, 13, 15, 16 numaralı olgular transversal, 5, 11, 12, 14 numaralı olgular oblik kırık olarak sınıflandırılmıştır.

Mekanik kırık değerlendirmesinde olgulardan 4 ve 15 numaralı olgular minyatür ırk, düşük risk grubundadırlar. Skor değerleri 9-10 olarak sınıflandırılmışlardır. Çalışmada 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, numaralı olguların değerlendirme skorları: büyük köpek, orta derce risk ve skor değerleri 5-6 olarak belirlenmiştir.

Biyolojik kırık değerlendirmesinde 10. olgu genç erişkin ve skor değerlendirmesi 6' dır. Olgu 6 ve olgu 15 için skor değerleri 2-3 (Tablo 3.1)'tür. Olgu 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16 ve numaralı olgular düşük risk, skor değerlendirmeleri 9-10 olarak belirlenmiştir.

Klinik kırık değerlendirmesinde olguların tamamı düşük risk, skor değerlendirmeleri ise 9-10 olarak belirlenmiştir.

Fizeial kırıkların Salter-Harris sınıflandırmasına göre olgu 9'da Tip 3 kondül kırığı belirlenmiştir. Ayrıca olgu 4 ve olgu 12 için kaput femorisin rezeksiyonu yapılmıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.3. Olgu 4' e ait a) Sol femur caput femorisin uzun oblik kırığı ve b) postoperatif eksizyon artroplastisini gösteren radyograflar.

4.2. Arka Ekstremitte Kırıklarında Latans ve Amplitüd Verileri

Tablo 4.2. Arka ekstremitte kontralateral motorik EMG verileri

OLGU	NİNT	NİNP	AGNT	AGNP	AP(mV)	AP(mV)	AP(mV)	AP(mV)
1	4,17	3,91	1,82	1,82	9,5	5,3	3,6	3,5
2	3,23	3,54	1,98	2,08	8,3	5,8	5,8	5,8
3	3,70	3,54	1,93	1,98	10,5	8,3	4,7	6,2
4	3,65	3,70	1,88	2,03	5,3	8,4	7,4	8,2
5	3,59	3,59	1,93	1,98	2,4	2,1	08	0,9
6	2,81	2,81	1,51	1,35	20,3	9,9	26,2	6,1
7	2,71	2,66	1,35	1,41	6,1	8,3	1,3	4,5
8	3,28	3,75	2,08	2,19	10,5	8,4	4,8	6,2
9	3,39	3,44	1,98	1,82	3,3	2,0	5,7	2,7
10	3,70	3,75	1,56	1,82	2,1	1,7	0,9	1,2
11	2,55	2,71	1,61	1,56	7,2	14,7	8,8	16,4
12	3,23	3,33	1,77	1,98	7,1	7,8	3,4	8,4
13	2,97	4,69	1,72	3,18	8,8	6,8	6,2	3,2
14	3,28	3,41	1,99	1,80	3,2	2,1	5,8	2,8
15	3,77	3,44	1,78	1,79	11,4	8,1	5,9	6,2
16	3,43	3,53	1,87	1,88	8,1	6,8	3,5	7,4

Tablo 4.3. Arka kırık ekstremitenin operasyon öncesi motorik EMG verileri

OLGU	NİNT	NİNP	AGNT	AGNP	AP(mV)	AP(mV)	AP(mV)	AP(mV)
1	3,70	2,81	0,99	0,31	1,2	0,7	-	1,1
2	4,48	3,96	1,88	-	6,7	0,3	5,9	-
3	3,91	3,54	1,61	1,77	7,5	5,7	5,5	3,9
4	3,59	3,75	1,93	1,98	1,1	4,4	0,3	2,9
5	3,91	3,44	-	-	0,5	0,7	-	-
6	3,07	3,33	1,56	1,93	5,4	5,8	1,3	5,1
7	2,92	3,02	1,56	1,15	2,1	2,3	0,6	10,5
8	3,91	3,49	1,61	1,77	7,5	5,9	5,5	3,9
9	3,70	3,75	1,56	1,82	2,1	1,7	0,9	1,2
10	3,39	3,44	1,98	1,82	3,3	2,0	5,7	2,7
11	2,40	2,60	1,25	1,20	20,2	10,9	4,1	10,5
12	3,23	3,54	1,98	1,98	14,4	7,6	9,3	9,1
13	3,23	4,48	1,88	2,08	7	3,9	9,4	4,7
14	3,64	3,65	1,55	1,82	2,9	1,8	1,1	1,3
15	3,88	3,74	1,61	1,76	8,4	5,8	4,4	3,9
16	3,53	3,54	1,78	1,81	13,4	8,6	9,4	8,1

Tablo 4.4. Arka kırık ekstremitenin hemen operasyon sonrası motorik EMG verileri

OLGU	NİNT	NİNP	AGNT	AGNP	AP(mV)	AP(mV)	AP(mV)	AP(mV)
1	4,17	4,32	1,98	1,77	1,0	0,2	2,4	3,0
2	3,23	3,65	1,77	2,03	5,2	2,4	0,4	2,2
3	3,07	3,70	1,56	1,56	6,4	3,9	11,5	7,2
4	4,01	3,75	1,93	1,88	0,5	2,7	0,1	2,9
5	2,97	2,66	1,46	1,56	1,5	1,9	6,3	7,7
6	3,13	3,23	1,93	1,88	13,2	8,3	9,1	7,8
7	2,60	2,92	1,30	1,41	8,5	5,3	0,6	6,4
8	3,76	3,91	1,88	2,45	6,6	3,9	11,5	7,2
9	3,44	3,49	1,98	1,93	7	7,4	6,9	3,8
10	3,39	4,53	1,93	2,45	4,4	4,1	5	4,9
11	2,45	2,34	1,25	1,25	10,1	4,7	11,4	11,4
12	3,23	4,06	1,88	2,24	4,5	9,4	2,9	5,1
13	3,33	4,74	2,14	2,14	5,1	4,6	3,4	4,3
14	3,25	3,41	1,91	1,94	5	7,6	6,1	3,9
15	3,55	3,50	1,59	1,66	7,3	4,0	12,4	7,2
16	3,54	3,55	2,00	1,99	8,9	8,9	5,4	6,7

Tablo 4.5. Arka kırık ekstremitenin postoperatif motorik EMG verileri

OLGU	NİNT	NİNP	AGNT	AGNP	AP(mV)	AP(mV)	AP(mV)	AP(mV)
1	4,22	4,06	1,88	1,93	2,7	0,1	2,7	4,4
2	2,92	3,23	1,35	1,88	12,6	6,7	4,1	5,1
3	2,5	2,45	0,89	0,89	10,2	15,8	10	6,4
4	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-
7	2,50	2,92	1,20	1,56	5,5	8,6	1,4	10,7
8	3,50	3,23	1,88	1,82	5,2	5,8	8,7	3,4
9	3,23	3,18	1,93	1,82	4,5	6,3	12,7	12,5
10	3,18	3,44	1,51	1,98	4,7	6,3	10,9	9,2
11	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-
14	3,15	3,24	1,91	1,80	4,9	6,1	11,1	12,4
15	3,89	3,45	1,88	1,70	19,3	14,9	9	6,8
16	3,57	3,56	1,99	1,98	8,4	8,8	5,3	6,8

4.3. İletim Hızları

Bütün olgulara ait motorik iletim hızları aşağıda göstermiştir (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Arka ekstremit motor iletim hızları, kontralateral kayıt (KL), operasyon öncesi kayıt (OÖ), hemen operasyon sonrası kayıt (OS), postoperatif kayıt (PO)

OLGULAR		motorik KL	m/s OÖ	OS	PO (10 .gün)
Olgu 1	N. tibialis	56,5	48,1	61,9	56,5
	N. peroneus	60	52	52	61,9
Olgu 2	N. tibialis	60,8	28	52,1	48,6
	N. peroneus	52,1	-	45,6	56,1
Olgu 3	N. tibialis	58,8	43,4	66,6	62,5
	N. peroneus	66,6	58,8	47,6	66,6
Olgu 4	N. tibialis	58,8	62,5	50	-
	N. peroneus	62,5	55,5	55,5	-
Olgu 5	N. tibialis	46,8	-	50	-
	N. peroneus	46,8	-	68,1	-
Olgu 6	N. tibialis	61,5	53,3	66,6	-
	N. peroneus	57,1	57,1	61,5	-
Olgu 7	N. tibialis	57,6	57,6	57,6	57,6
	N. peroneus	62,5	41,6	50	55,1
Olgu 8	N. tibialis	67,5	35,2	43	50,6
	N. peroneus	51,92	47,09	55,47	57,44
Olgu 9	N. tibialis	53,5	35,7	53,5	57,6
	N. peroneus	46,8	39,4	50	57,6
Olgu 10	N. tibialis	35,7	53,5	53,5	46,8
	N. peroneus	39,4	46,8	37,5	53,5
Olgu 11	N. tibialis	61,1	50	45,8	-
	N. peroneus	50	39,2	55	-
Olgu 12	N. tibialis	42,8	50	46,1	-
	N. peroneus	46,1	40	33,3	-
Olgu 13	N. tibialis	50	46,1	54,5	-
	N. peroneus	40	25	23	-
Olgu 14	N. tibialis	62,5	37,5	57,6	62,5
	N. peroneus	46,8	41,6	53,5	53,5
Olgu 15	N. tibialis	52,6	45,4	52,6	50
	N. peroneus	62,5	52,6	55,5	58,8
Olgu 16	N. tibialis	60	52,9	60	60
	N. peroneus	56,2	52,9	50	60

4.4. Hastaların Aynı Sinire Ait EMG Verileri

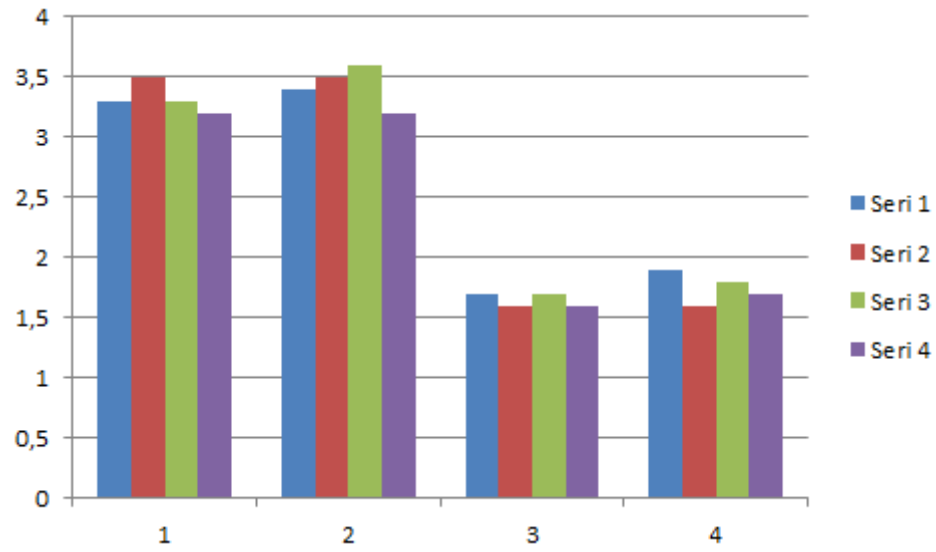
Çalışmada tek bir sinire ait olan latans değerleri ve amplitüd verilerinin ortalamaları sunulmuştur (Tablo 4.7). Örneğin n. tibialisin bütün hastalardaki

kontralateral, operasyon öncesi, hemen operasyon sonrası ve postoperatif m. gastroknemius kasından alınan latans ve amplitüdlerinin ortalaması sunulmuştur.

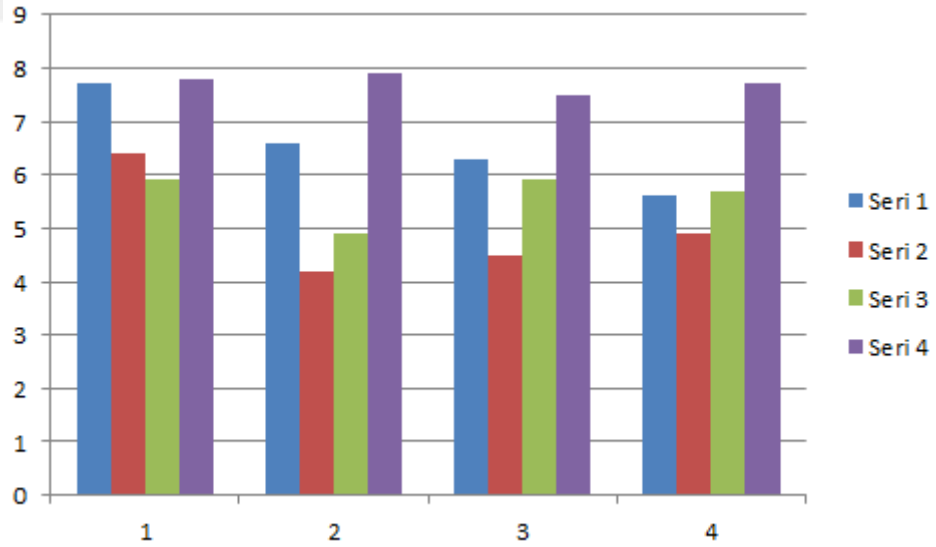
Bu çalışmada arka ekstremiteye ait olan N. tibialis ve N. peroneus sinirlerine ait latans değişimlerinin grafiksel olarak değişimi gösterilmiştir. Her bir grafikte yer alan sütun gruplarında dört renk bulunmaktadır. Sırasıyla mavi, kırmızı, yeşil ve mor renkli sütunlar, latans değişimlerinin kontralateral, operasyon öncesi kırık ekstremit, operasyon hemen sonrası ve postoperatif 10. gün latans değişimini simgelemektedir. Grupların altında yer alan 1,2,3, ve 4 numaraları sırasıyla N. tibialisin ve N. peroneusun proksimal latanslarını; N. tibialis ve N. peroneusun distal latanslarını simgelemektedir (Şekil 4.9). Benzer şekilde amplitüd değerleri de şekil 4.10'a gösterilmiştir.

Tablo 4.7. Arka ekstremitte motorik latans ve amplitüd EMG ortalamaları

KAYIT	NİNT	NİNP	AGNT	AGNP	AP(mV)	AP(mV)	AP(mV)	AP(mV)
KL	3,3	3,4	1,7	1,9	7,7	6,6	6,3	5,6
OÖ	3,5	3,5	1,6	1,6	6,4	4,2	4,5	4,9
OS	3,3	3,6	1,7	1,8	5,9	4,9	5,9	5,7
PO	3,2	3,2	1,6	1,7	7,8	7,9	7,5	7,7



Şekil 4.4. Arka ekstremitte N. tibialis ve N. peroneus' un motorik sinir latansları. Mavi: Kontralateral, Kırmızı: Operasyon öncesi kırık ekstremitte, yeşil: Operasyon hemen sonrası, Mor: Postoperatif latans değerleri. 1: NİNT ishiadicus- m. gastrecnemius, 2: NİNP ishiadicus- m. tibialis kranialis, 3: AGNT genu bölgesi- m. gastrecnemius, 4: AGNP, genu bölgesi- m. tibialis kranialis



Şekil 4.5. Arka ekstremitte N. tibialis ve N. peroneusun motorik sinir amplitüdleri. Mavi: Kontralateral, Kırmızı: Operasyon öncesi kırık ekstremitte, yeşil: Operasyon hemen sonrası, Mor: Postoperatif latans değerleri. 1: NİNT ishiadicus- m. gastrecnemius, 2: NİNP ishiadicus- m. tibialis kranialis, 3: AGNT genu bölgesi – m. gastrecnemius, 4: AGNP, genu bölgesi- m. tibialis kranialis

4.5. İstatistiksel Veriler

Proksimal N. tibialisin kontralateral latans verileri ile operasyon öncesi latans verileri; operasyon öncesi latans verileri ile hemen operasyon sonrası latans verileri; hemen operasyon sonrası latans verileri ile postoperatif 10 gün latans verileri; operasyon öncesi latans verileri ile postoperatif 10. Gün latans verileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$), (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. Proksimal N tibialis latans verilerinin istatistik bulguları

	n	ortalama	Standart hata		P	
KL	16	3,341	0,107	KL-OÖ	0,072	önemsiz
OÖ	16	3,531	0,122	OÖ-OS	0,096	önemsiz
OS	16	3,322	0,113	OS-PO	0,107	önemsiz
PO	16	3,266	0,175	OÖ-PO	0,056	önemsiz

n: vaka sayısı, $p < 0.05$ önemli

Proksimal N. tibialisin kontralateral latans verileri ile operasyon öncesi latans verileri; operasyon öncesi latans verileri ile hemen operasyon sonrası latans verileri; operasyon öncesi latans verileri ile postoperatif 10. gün latans verileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$), (Tablo 4.9).

Proksimal N. peroneusun hemen operasyon sonrası latans verileri ile postoperatif 10. gün latans verileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Postoperatif 10. gün latans değeri küçülmüştür ($p < 0.05$), (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. Proksimal N. peroneus latans verilerinin istatistik bulguları

	n	ortalama	Standart hata		P	
KL	16	3,487	0,123	KL-OÖ	0,861	önemsiz
OÖ	16	3,505	0,111	OÖ-OS	0,467	önemsiz
OS	16	3,611	0,160	OS-PO	0,015	önemli
PO	16	3,276	0,132	OÖ-PO	0,295	önemsiz

n: vaka sayısı, $p < 0.05$ önemli

Distal N. tibialisin kontralateral latans verileri ile operasyon öncesi latans verileri; operasyon öncesi latans verileri ile hemen operasyon sonrası latans verileri; hemen operasyon sonrası latans verileri ile postoperatif 10 gün latans verileri;

operasyon öncesi latans verileri ile postoperatif 10. gün latans verileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$), (Tablo 4.10)

Tablo 4.10. Distal N. tibialis latans verilerinin istatistik bulguları

	n	ortalama	Standart hata		P	
KL	16	1,7887	0,0532	KL-OÖ	0,127	önemsiz
OÖ	16	1,6487	0,0708	OÖ-OS	0,078	önemsiz
OS	16	1,8013	0,074	OS-PO	0,128	önemsiz
PO	16	1,642	0,121	OÖ-PO	0,863	önemsiz

n: vaka sayısı, $p < 0.05$ önemli

Distal N. peroneusun kontralateral latans verileri ile operasyon öncesi latans verileri; operasyon öncesi latans verileri ile hemen operasyon sonrası latans verileri; hemen operasyon sonrası latans verileri ile postoperatif 10 gün latans verileri; operasyon öncesi latans verileri ile postoperatif 10. gün latans verileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$), (Tablo 4.11).

Tablo 4.11. Distal N. peroneus latans verilerinin istatistik bulguları

	n	ortalama	Standart hata		P	
KL	16	1,901	0,116	KL-OÖ	0,099	önemsiz
OÖ	16	1,657	0,126	OÖ-OS	0,061	önemsiz
OS	16	1,896	0,095	OS-PO	0,092	önemsiz
PO	16	1,736	0,102	OÖ-PO	0,479	önemsiz

n: vaka sayısı, $p < 0.05$ önemli

Proksimal N. tibialisin kontralateral amplitüd verileri ile operasyon öncesi amplitüd verileri; operasyon öncesi amplitüd verileri ile hemen operasyon sonrası amplitüd verileri; hemen operasyon sonrası amplitüd verileri ile postoperatif 10 gün amplitüd verileri; operasyon öncesi amplitüd verileri ile postoperatif 10. gün amplitüd verileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$), (Tablo 4.12).

Tablo 4.12. Proksimal N. tibialis amplitüd verilerinin istatistik bulguları

	n	ortalama	Standart hata		P	
KL	16	7,76	1,12	KL-OÖ	0,428	önemsiz
OÖ	16	6,48	1,38	OÖ-OS	0,653	önemsiz
OS	16	5,92	0,83	OS-PO	0,253	önemsiz
PO	16	7,80	1,59	OÖ-PO	0,124	önemsiz

n: vaka sayısı, $p < 0.05$ önemli

N. peroneusun operasyon öncesi amplitüd verileri ile hemen operasyon sonrası amplitüd verileri; hemen operasyon sonrası amplitüd verileri ile postoperatif 10 gün amplitüd verileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0.05$), (Tablo 4.13).

Proksimal N. peroneusun kontralateral amplitüd verileri ile operasyon öncesi kırık ekstremitenin amplitüd verileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Kırık ekstremitenin amplitüd verileri azalmıştır. Proksimal N. peroneusun operasyon öncesi kırık ekstremiten amplitüd verileri ile postoperatif 10. gün amplitüd verileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$). Postoperatif 10. gün amplitüd değerleri büyümüştür (Tablo 4.13).

Tablo 4.13. Proksimal N. peroneus amplitüd verilerinin istatistik bulguları

	n	ortalama	Standart hata		P	
KL	16	6,656	0,867	KL-OÖ	0,001	önemli
OÖ	16	4,256	0,781	OÖ-OS	0,378	önemsiz
OS	16	4,950	0,666	OS-PO	0,062	önemsiz
PO	16	7,94	1,44	OÖ-PO	0,004	önemli

n: vaka sayısı, $p < 0.05$ önemli

Distal N. tibialisin kontralateral amplitüd verileri ile operasyon öncesi amplitüd verileri; operasyon öncesi amplitüd verileri ile hemen operasyon sonrası amplitüd verileri; hemen operasyon sonrası amplitüd verileri ile postoperatif 10 gün amplitüd verileri; operasyon öncesi amplitüd verileri ile postoperatif 10. gün amplitüd verileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0.05$), (Tablo 4.14).

Tablo 4.14. Distal N. tibialis amplitüd verilerinin istatistik bulguları

	n	ortalama	Standart hata		P	
KL	16	6,46	1,62	KL-OÖ	0,372	önemsiz
OÖ	16	4,53	0,89	OÖ-OS	0,282	önemsiz
OS	16	6,19	1,18	OS-PO	0,244	önemsiz
PO	16	7,59	1,24	OÖ-PO	0,056	önemsiz

n: vaka sayısı, $p < 0.05$ önemli

Distal N. peroneusun kontralateral amplitüd verileri ile operasyon öncesi amplitüd verileri; operasyon öncesi amplitüd verileri ile hemen operasyon sonrası amplitüd verileri; hemen operasyon sonrası amplitüd verileri ile postoperatif 10 gün amplitüd verileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0.05$), (Tablo 4.15).

Distal N. peroneus operasyon öncesi amplitüd verileri ile postoperatif 10. gün amplitüd verileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$). Postoperatif 10. gün amplitüd verileri büyümüştür (Tablo 4.15).

Tablo 4.15. Distal N. peroneus amplitüd verilerinin istatistik bulguları

	n	ortalama	Standart hata		P	
KL	16	5,929	0,998	KL-OÖ	0,232	önemsiz
OÖ	16	4,921	0,888	OÖ-OS	0,198	önemsiz
OS	16	5,850	0,620	OS-PO	0,082	önemsiz
PO	16	8,077	1,03	OÖ-PO	0,034	önemli

n: vaka sayısı, $p < 0.05$ önemli

Ortalama kontralateral latans verileri ile operasyon öncesi latans verileri; operasyon öncesi latans verileri ile hemen operasyon sonrası latans verileri; hemen operasyon sonrası latans verileri ile postoperatif 10 gün latans verileri; operasyon öncesi latans verileri ile postoperatif 10. gün latans verileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0.05$), (Tablo 4.16).

Tablo 4.16. Ortalama latans verilerinin istatistik bulguları

	n	ortalama	Standart hata		P	
KL	16	2,575	0,450	KL-OÖ	0,836	önemsiz
OÖ	16	2,550	0,548	OÖ-OS	0,604	önemsiz
OS	16	2,550	0,495	OS-PO	0,102	önemsiz
PO	16	2,600	0,448	OÖ-PO	0,312	önemsiz

n: vaka sayısı, $p < 0.05$ önemli

Operasyon öncesi ortalama amplitüd değerleri ile hemen operasyon sonrası amplitüd verileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($p > 0.05$), (Tablo 4.17).

Kontralateral ortalama amplitüd değerleri ile operasyon öncesi kırık ekstremiteye ait ortalama amplitüd değerleri arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p < 0.05$). Kırık ekstremitenin amplitüd değeri azalmıştır. Hemen operasyon sonrası ortalama amplitüd değerleri ile postoperatif 10 gün amplitüd değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$). Postoperatif 10. gün amplitüd değerleri artmıştır (Tablo 4.17) Operasyon öncesi kırık ekstremitenin ortalama amplitüd değerleri ile postoperatif 10. gün amplitüd verileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$). Postoperatif 10. gün amplitüd değerleri büyümüştür (Tablo 4.17).

Tablo 4.17. Ortalama amplitüd değerlerinin istatistik bulguları

	n	ortalama	Standart hata		P	
KL	16	6,550	0,437	KL-OÖ	0,023	önemli
OÖ	16	5,000	0,488	OÖ-OS	0,229	önemsiz
OS	16	5,600	0,238	OS-PO	0,006	önemli
PO	16	7,725	0,085	OÖ-PO	0,011	önemli

n: vaka sayısı, $p < 0.05$ önemli

N. tibialis için hemen operasyon sonrası ortalama hız verileri ile postoperatif 10. gün hız verileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($p > 0.05$), (Tablo 4.18).

N. tibialis için kontralateral hız ortalamaları ile operasyon öncesi kırık ekstremiteye ait hızlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$). Kırık

ekstremitenin sinir iletim hızı düşmüştür. Operasyon öncesi kırık ekstremita ile hemen operasyon sonrası iletim hızları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$). Operasyon sonrası sinir iletim hızı artmıştır. Operasyon öncesi kırık ekstremita ile postoperatif 10. gün sinir iletimi arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Postoperatif 10. gün sinir iletim hızı artmıştır (Tablo 4.18).

Tablo 4.18. N. tibialise ait sinir iletim hızı istatistik bulguları

	n	ortalama	Standart hata		P	
KL	16	55,33	2,19	KL-OÖ	önemli	0,040
OÖ	16	46,61	2,41	OÖ-OS	önemli	0,034
OS	16	53,97	1,78	OS-PO	önemsiz	0,150
PO	16	55,27	1,84	OÖ-PO	önemli	0,020

n: vaka sayısı, $p < 0.05$ önemli

N. peroneus için kontralateral ortalama hız verileri ile operasyon öncesi ortalama hız verileri; operasyon öncesi ortalama hız verileri ile hemen operasyon sonrası hız verileri; hemen operasyon sonrası hız verileri ile postoperatif 10. gün ortalama hız verileri arasındaki fark önemsizdir ($p > 0.05$), (Tablo 4.19).

N. peroneus için operasyon öncesi sinir iletim hızı ortalamaları ile postoperatif 10. gün iletim hızları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$). Postoperatif 10. gün sinir iletim hızı artmıştır (Tablo 4.19).

Tablo 4.19. N. peroneusa ait sinir iletim hızı istatistik bulguları

	n	ortalama	Standart hata		P	
KL	16	49,19	3,96	KL-OÖ	önemsiz	0,484
OÖ	16	46,40	2,47	OÖ-OS	önemsiz	0,524
OS	16	49,15	2,69	OS-PO	önemsiz	0,115
PO	16	58,05	1,28	OÖ-PO	önemli	0,003

n: vaka sayısı, $p < 0.05$ önemli

5.TARTIŞMA

Bu çalışmada supramaksimal değer kullanarak motor sinirler için ortodromik (iletim yönü ile aynı yönde olan) ileti çalışması yapılmıştır. Bir kasa ait olan bütün lifleri uyarmak için supramaksimal uyarı verilerek bileşik kas aksiyon potansiyelleri (BKAP) kaydedilmiştir. Hastaların operasyon öncesi kontralateral EMG kayıtları ile kırığın bulunduğu ekstremitenin operasyon öncesi, hemen operasyon sonrası ve postoperatif (10. gün) EMG kayıtları alınmıştır. EMG kayıtlarında latans değerleri ve amplitüd değerleri kaydedilmiştir.

Genellikle kedi ve köpekler elektrodyagnostik muayene için hareketsiz kalamayacaklarından dolayı sedasyon veya genel anestezi altına alınmaları gereklidir (Jaggy, 2010). Bu çalışmada EMG kayıtları alınmadan önce, hastalar inhalasyon anestezisine alınmışlardır.

Normal olarak sinir liflerinde elektriksel ileti çift yönlüdür. Çalışmada motor sinir lifleri için uyarım yerleri proksimalden, kayıt yerleri ise distalden yapılmıştır. Duyusal liflerde ise durum farklıdır, iletim yönü distalden proksimale doğrudur. Ekstremit uçlarından bir duyusal sinir lifini uyarmak, çok ince dallara bölündüğü için güçtür. Bundan dolayı duyusal sinir ileti çalışmalarda fizyolojik iletim yönünün tersi (antidromik) şeklinde kayıtlama işlemi yapılır. Motor sinir liflerinde amplitüd değeri milivolt iken sensorik liflerde bu değer mikrovolt olarak alınmaktadır (Erden ve Turan, 2005).

Motor sinir iletim hızı (MNCV) çalışmaları ağırlıklı olarak nöropatili olduğundan şüphelenilen hayvanlara uygulanır. MNCV ölçümü için subkutan elektrotlar ile bir sinire elektriksel uyarı verilir ve sonucunda bu sinirin beslediği kasın depolarizasyonu bir kayıt elektrodu ile kaydedilir. Depolarizasyon olgusu pek çok birimindeki çok sayıda kas liflerinin oluşturulan büyük bir bifazik veya trifazik kas potansiyelidir. Buna genelde bileşik kas potansiyeli (BKAP) veya M dalgası denir. Uyarı ile M dalgası arasındaki süre bilgisayar tarafından ölçülür. Bir MNCV'yi hesaplamak için bir sinirin en az iki yeri uyarılmalıdır. MNCV'ye m/sn olarak varmak için iki uyarı arasındaki mesafe (mm), iki uyarı noktasındaki uyarı artefaktı

ile M dalgasının ortaya çıkışı arasındaki zaman (ms) farkına bölünür. M dalgası sinir depolarizasyonunun ortodromik (proksimalden distale) yayılmasının sonucudur. Duyusal sinir iletim hızı köpek ve kedilerde MNCV'den daha az yapılır. Bu test tipik olarak distal kutan bir sinir kolunun uyarılıp, ana sinir üzerindeki proksimal yerlerdeki bileşik aksiyon potansiyellerinin (BKAP) ölçülmesi ile yapılır. Bu teknik MNCV için kullanılabilecek, ancak ilgilenilen depolarizasyon olguları proksimal yönlüdür ve BKAP'lar aksonal depolarizasyondan gelir, dolayısıyla MNCV incelemelerinde kayıtlı edilen BKAP'lar veya M dalgalarından çok daha küçük boyuttadırlar. (Fossum, 2017). Bu çalışmada MNCV, BKAP ve latans verileri elde edilerek ekstremitelere ait istatistiksel veriler oluşturulmuştur. Buna göre ekstremitelere ait amplitüd ve hız verilerinin, latans verilerine göre istatistiksel olarak daha anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Streptomisin, gentamisin, kanamisin, ribositamisin, lividomisin, tobramisin, sisomisin, amikasin, netilmisin gibi aminoglikozit grubu antibiyotiklerin sinir iletimlerinde blok oluşturabilecekleri bildirilmiştir (Ertekin C. 2006). Bu çalışmada bu grup ilaçların kullanımından kaçınılmıştır.

Köpeklerde stimülatör olarak yüzey elektrot ve iğne elektrotlar arasındaki farkı görmek için yapılan bir çalışmada istatistiksel olarak fark olmadığı bildirilmiştir (Monowid, 2017). İğne elektrot kullanımının derin kasların kayıtlama işlerinde daha kullanışlı olduğu (Aminoff, 2012) ve Trojaborga göre 25 yılı aşkın bir süredir rutin olarak iğne elektrot yönteminin kullanıldığı Rigshospitalet Klinik Nörofizyoloji Laboratuvarında ciddi bir komplikasyon görmediklerini bildirilmiştir (Ertekin, 2006). Bu çalışmada stimülatör ve kayıt işlemlerinde iğne elektrotlar kullanılmıştır.

Elektrodiagnostik değerlendirmede; spontan ve uyarılmış elektromiyografik incelemeler sırasında ortaya çıkan anormallikler, aksonopati ve/veya demiyelinizasyon ile miyopati veya nöropati kaynaklı olduğunu göstermektedir. Düşük bir iletim hızıyla birleştirilmiş normal BKAP, demiyelinizasyonun göstergesidir; benzer şekilde, BKAP ve iletim hızı azaldığında, aksonopati ve demiyelinizasyonun dikkate alınması gerekir (Jaggy, 2010). Akut sinir yaralanmalarında BKAP değeri aynı kalabilir ya da hiç alınmayabilir (Tapadia ve

ark., 2010). BKAP amplitüdlerinin yaralanmalarda geçici olarak düşeceği ve tamamen nöropraksik olabilceği bildirilmiştir (Ji-Geg Yan ve ark, 2008). Lawrence ve Robinson, yaralanmalara bağlı sinir hasarlarında kasa ait BKAP değerinin az oluşacağını ya da hiç oluşmayacağından bahsetmiştir. Bu durumun sinir liflerinin ne kadarının bloklandığı ile ilgili olduğunu, aksonetmezisli sinir yaralanmalarının, birkaç gün için nöropraksi şeklinde seyredip distal amplitüd değerlerinde azalmaya sebep olabileceğini bildirilmişlerdir (Lawrence ve Robinson, 2000).

Bu çalışmada yer alan hastaların tamamı trafik kazalı hastalardan oluşmaktadır. Ortalama BKAP değerlerinin azalan veya artan şeklinde bir seyir izlediği görülmektedir. Çalışmada yer alan bütün hastalardan kontralateral BKAP değeri alınmıştır. Olgu 1'in distal N. tibialis, olgu 2'nin distal N. peroneus, olgu 5'in proksimal ve distal N. peroneusuna ait BKAP değerleri '0' olarak kaydedilmiştir. Hemen operasyon sonrası BKAP değerleri bütün olgulardan alınabilmıştır. Operasyon sonrası 10. gün BKAP değerleri olgu 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 14, 15 ve 16 da alınabilmiş, geriye kalan 5, 6, 7, 11, 12 ve 13 numaralı olgular operasyon sonrası 10. gün kontrollerine getirilmemişlerdir.

Ji Gen Yan ve arkadaşlarının 30 rat ile BKAP üzerinde yaptıkları çalışmada, ratların n. peroneus'u ezildikten sonra sırasıyla 30. dakika, 3 ay ve 5 ay zaman aralıklarında düzenli olarak EMG verileri kaydetmişlerdir. Gruplardan bir tanesi kontrol, diğeri hasar sonrası basıncı ortadan kaldırmak için nöroliz yapılan grup, en sonuncusu da ezilme sonrası nöroliz yapılmayan gruptan oluşmaktadır. N. peroneus'u ezme işlemi öncesi üç grubun amplitüd değerleri sırasıyla $8,28 \pm 3,50$ mV, $18,36 \pm 0,73$ mV, $18,22 \pm 0,54$ mV olarak verilmiştir. Kontrol grubu dışındaki iki grubun ezilme işlemi sonrası 30. dakika EMG değerleri '0' olarak bildirilmiştir yani BKAP alınamamıştır. Nöroliz yapılan grubun 3. ay EMG verileri sırasıyla $11,31 \pm 2,4$ mV, $16,61 \pm 1,36$ mV, $15,31 \pm 3,13$ mV ve 5. ay $17,53 \pm 0,46$ şeklindedir. Nöroliz yapılmayan grubun 5. ayına kadar ki bütün kontrollerinde EMG verileri yani BKAP elde edilememiştir. 5 ay zaman aralığındaki EMG verisi $13,73 \pm 2,60$ olarak kaydedilmiştir (Ji-Geg Yan ve ark., 2008).

Bu çalışmada sinire ait herhangi bir operasyon yapılmamıştır. Olgu 1 için proksimal N. peroneus amplitüd değeri, olgu 2'nin distal N. peroneus amplitüd değeri, olgu 5'in proksimal ve distal amplitüd değerleri '0' olarak kaydedilmiştir.

Sağlıklı gönüllü insanlarda yapılan çalışmada, N. ulnaris, her insanda standart olacak şekilde kompresyona maruz bırakılmış ve EMG kayıtları alınmıştır. İnsanlardan %50'si hiçbir klinik semptom göstermemesine rağmen %44'ünün ulnar sinir yanıtının amplitüd ortalamalarının azaldığı bildirilmiştir. (Omejec ve Podnar, 2014). İnsanlar üzerinde yapılan çalışmada, Hight Tibial Osteotomy (HTO) operasyonu öncesi ve sonrasında 11 hastaya ait EMG verileri değerlendirilmiştir. Çalışmada n. peroneusa ait amplitüd değerinin 6 mV'den 0.1 mV'ye düştüğü, iletim hızının 41 m/sn den 29 m/sn ye düştüğü bildirilmiştir. Hastalardan ikisinin hemen operasyon sonrası motor iletim hızında ve amplitüdlerinde değişiklik olmaksızın duyuşsal iletim hızının ve amplitüd değerlerinin yavaşladığı veya elde edilemediği bildirilmiştir (Aydoğdu ve ark., 2000).

İnsanlarda radius kırığında yapılan EMG kayıtlarında, kırığın bulunduğu m. abductor pollicis brevis, m. abductor minimi ve birinci dorsal interosseus kaslarından elde edilen amplitüdlerinin ortalaması 9,46 mV, kontralateral ise 12,5 mV'dir. BKAP amplitüdlerindeki bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Aynı hastaların ikinci kontrolleri için 6-8 hafta sonraki EMG kayıtlarında ise kırığın bulunduğu amplitüd ortalaması %21,5 artarak 11,5 mV olarak belirtilmiştir. (Mobach, 2019). Demiyelinizasyonlu sinirlerin motor hızları %30 ve üzeri oranda azalmıştır. M yanıtı amplitüdlerinde oluşan küçülmenin derecesi, demiyelinizasyonun şiddetine göre değişmektedir. Aksonal dejenerasyonlu sinirlerin motor hızları normal veya normale göre %30'dan daha az yavaşlama şeklindedir, M yanıtı amplitüd değerleri ileri boyutta (%50'nin üzerinde) küçülmüştür (Ertekin, 2006).

Bu çalışmada arka ekstremiteye ait ortalama latans (ms) ve amplitüd (mV) EMG verileri; proksimal N. tibialisin için kontralateral ekstremitede 3,3 ms, 7,7 mV, operasyon öncesi kırık ekstremitede 3,5 ms, 6,4 mV, hemen operasyon sonrası 3,3 ms, 5,9 mV, postoperatif 10. gün 3,2 ms, 7,8 mV olarak kaydedilmiştir. Proksimal N.

peroneus için kontralateral ekstremitede 3,4 ms, 6,6 mV operasyon öncesi 3,5 ms, 4,2 mV, hemen operasyon sonrası 3,6 ms, 4,9 mV, postoperatif 10. gün 3,2 ms, 7,9 mV olarak kaydedilmiştir.

Distal N. tibialis için, kontralateral ekstremitede 1,7 ms, 6,3 mV, operasyon öncesi 1,6 ms, 4,75 mV, hemen operasyon sonrası 1,7 ms, 5,9 mV, postoperatif 10. gün 1,6 ms, 7,5 mV olarak kaydedilmiştir. Distal peroneus için kontralateral ekstremitede 1,9 ms, 5,6 mV operasyon öncesi 1,6 ms, 4,9 mV, hemen operasyon sonrası 1,8 ms, 5,7 mV, postoperatif 10. gün 1,7 ms, 7,7 mV olarak kaydedilmiştir (Tablo 4.19).

Latansta geciktirme oluşturabilecek sebepler aksiyon potansiyellerinin oluşması için de önem arz eder. BKAP değerinin azalmasında nöropraksik ve aksonotmezisli yaralanmalar söz konusu olabilir. Sinire basınç yapan yaralanmalar geç yanıtın oluşmasından ve BKAP değerinden sorumludur. BKAP, değişken bir değerdir. Bunun sebebinin bir kas lifinin başka bir sinir lifi tarafından da innerve edilebilmesi ve reinnervasyon sonucu tekrar uyarılabilesidir. Kırık hattındaki keskin kemik uçlarının sinir dokuyu tam olarak kestiği olgularda bile BKAP yanıtının alınabileceği, normal amplitüd değerlerinin ancak 10-11. gün Wallerian dejenerasyonu ile beraber %30-50 oranında düşüşle kendini göstereceği bildirilmiştir. Mikroskopik çalışmalara göre aksonal filizlenmenin 4. günde başladığı bildirilmiştir. Bu da hemen operasyon sonrası postoperatif EMG kayıtlarında rastlanmaktadır (Ertekin C, 2006).

Bu çalışmada; proksimal N. peroneusun hemen operasyon sonrası latans verileri ile postoperatif 10. gün latans verileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve postoperatif 10. gün latans değeri küçülmüştür. Hasarın bulunduğu ekstremiteye ait latans süresinin uzamasının nedeni; basınca bağlı sinir yaralanmalarında öncelikli olarak epinöral iskemi ve ekstranöral ödemin oluşmasıdır. Basıç uzun süre devam ederse, sinir lifinin çevresinde fibrosis, skar dokusu ve sonuçta intranöral ödem oluşur. Miyelin zarar gördüğünde zarar gören bölgelerde sinir iletimi yavaşlar, aksiyon potansiyeli oluşturmak için gerekli olan süre uzar ve tuzak nöropatilerde olduğu gibi latans uzar (Tapadia ve ark., 2010). Bir sinir lifinin

basınca bağılı demiyelinizasyona uğraması için uygulanacak lokal basıncın 1,5-2 kg/cm² civarında olması gerektiği bildirilmiştir (Ertekin, 2006). Bu çalışmada operasyon süresi boyunca yara bölgesini açık tutmak için kullanılan ekartörlerden başka herhangi bir kuvvet-basınç uygulanmamıştır. Bir sinire ait latans süresinin azalması, epinöral iskeminin ve ekstranöral ödemin azalmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca basınca maruz kalan sinir yaralanmalarında 8 saati geçmeyen iskemi tablosu prognozunun iyi olduğu bildirilmiştir (Mark ve ark., 2004). Yine durumun kronikleştiği durumlarda venöz dönüş ve aksopalzmik akışın engellenmesi sinir çevresinde ödeme ve nihayetinde basınca sebep olacağı bildirilmiştir (Yıldırım G, 2020).

İnsanlarda yapılan çalışmalarda kontralateral ekstremiteye göre amplitüd değeri %50'nin altında olan durumlar patolojinin göstergesi olarak değerlendirilmiştir (Ertekin, 2006). İnsanlarda nöropatili hastaların amplitüd verileri kontralateraline göre %50'den daha büyük oranda azaldığı bildirilmiştir (Mobach, 2019). İnsanlarda N. femoralis yaralanmaları üzerine yapılan çalışmada BKAP değerinin %50'nin altına düştüğü veya elde edilemediği ve latansın da normal verilere göre uzadığı bildirilmiştir (Li ve ark., 2014)

Bu çalışmada trafik kazalarında farklı şiddette yaralanmalara maruz kalan hayvanlardan oluşmaktadır. Arka ekstremitte proksimal N. tibialis için olgu 1, 4, 5, 7, 9, 10, 14; distal N. tibialis için olgu 1, 4, 5, 6, 7, 9, 14; proksimal N. peroneus için olgu 1, 2, 5, 7, 9, 10, 14; distal N. peroneus için olgu 1, 2, 4, 5, 9, 10, 14 amplitüd verileri, kontralateral amplitüd ortalamalarına göre %50 oranında azalmıştır.

Periferik sinir iletim hızı miyopatilerde normal, demiyelinasyonda büyük ölçüde azalmış, aksonal dejenerasyonda ise hem normal hem de hafif azalmış olabilir (Şirin ve ark., 2016). Peroneal distal latans değeri Bölükbaşı çalışmasında, 1,83 msn, bu çalışmada 1,89 msn olarak kaydedilmiştir (Bölükbaşı, 2004). Tibial distal latans değeri Bölükbaşı çalışmasında 1,70 ms, bu çalışmada da 1,70 ms olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada proksimal N. peroneusun kontralateral amplitüd verileri ile operasyon öncesi kırık ekstremitenin amplitüd verileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ve kırık ekstremitenin amplitüd verileri azalmıştır. Proksimal N. peroneusun operasyon öncesi kırık ekstremiten amplitüd verileri ile postoperatif 10. gün amplitüd verileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Postoperatif 10. gün amplitüd değerleri büyümüştür. Distal N. peroneus operasyon öncesi amplitüd verileri ile postoperatif 10. gün amplitüd verileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve postoperatif 10. gün amplitüd verileri büyümüştür. Kontralateral ortalama amplitüd değerleri ile operasyon öncesi kırık ekstremiteneye ait ortalama amplitüd değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Kırık ekstremitenin amplitüd değeri azalmıştır. Hemen operasyon sonrası ortalama amplitüd değerleri ile postoperatif 10 gün amplitüd değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Postoperatif 10. gün amplitüd değerleri artmıştır. Operasyon öncesi kırık ekstremitenin ortalama amplitüd değerleri ile postoperatif 10. gün amplitüd verileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Postoperatif 10. gün amplitüd değerleri büyümüştür.

İletim hızı hesaplamasında $V=X/t$ formülü kullanılmaktadır. Burada V iletim hızını, X iki kayıt arası mesafeyi, t proksimal ve distal latans farkını temsil eder (Kimura, 2001). Bu çalışmada proksimal ve distal uyarım yapılarak her iki uyarım yeri için latans değerleri kaydedilmiştir. İki uyarım arası mesafenin mm cinsinden uzunluğu, elde edilen latans değerlerinin farkına (ms) bölünerek motor sinire ait iletim hızı hesaplanmıştır.

Köpeklerde sıcaklığın sinir iletimi hızı üzerine etkisinin önemli olduğu bildirilmiştir. Köpeklerde n. ulnaris'in iletim hızının 37 °C ve 20 °C'de sırasıyla $56\pm7,6$ m/sn, $31\pm6,3$ m/sn olduğu, her 1 °C'lik ısı düşüşünün sinir iletim hızında yaklaşık olarak 1,7 m/sn'lik bir azalmaya neden olduğunu bildirilmiştir (Erden ve Turan, 2005). Isı, sinir iletim hızında çok önemli bir yere sahiptir, 1 °C ısı değişiminde sinir iletim hızı değerinde 1,7-1,8 m/sn azalmaya sebep olduğu bildirilmiştir (Şirin ve ark., 2016). Bu çalışmada sıcaklığı sabit tutmak için ısıtıcı yatak ile vücut ısıları 36-37 °C'de sabit tutulmaya çalışılmıştır. Böylece ısı değişimlerinin yaratacağı iletim hızı değişikliklerinin önüne geçilmesi hedeflenmiştir.

Kedi ve köpeklerin ekstremitelerinde, pelvis kırıklarından sonra EMG verilerini değerlendiren bir çalışma, motor sinir iletim hızının 50 m/sn olduğu hastaların anormal, 50 m/sn ve yukarı (50-60 m/sn) iletim hızının ise normal olduğunu bildirmiştir (Forterre ve ark., 2007). Vücut ağırlıkları 8-27 kg arasında değişen yetişkin köpeklerde n. tibialis'e ait motor iletim hızlarının ortalama değerleri 62,7 m/sn ile 67,7 m/sn bildirilmiştir (Mortari ve ark., 2012).

Bu çalışmada N. tibialis'e ait ortalama sinir iletim hızları kontralateral ekstremiteler için 55,33 m/sn $\pm$ 2,19, operasyon öncesi kırık ekstremiteler için 46,61 $\pm$ 2,41, hemen operasyon sonrası için 53,97 m/sn $\pm$ 1,78, postoperatif 10. gün için 55,27 m/sn $\pm$ 1,84 olarak elde edilmiştir.

N. peroneus'a ait ortalama sinir iletim hızları, kontralateral ekstremiteler için 49,19 m/sn $\pm$ 3,96, operasyon öncesi kırık ekstremiteler için 46,40 m/sn $\pm$ 2,47, hemen operasyon sonrası için 49,15 m/sn $\pm$ 2,69, postoperatif 10. gün için 58,05 m/sn $\pm$ 1,28 olarak elde edilmiştir.

Bu çalışmada N. tibialis için kontralateral hız ortalamaları ile operasyon öncesi kırık ekstremitelere ait hızlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve kırık ekstremitenin sinir iletim hızı düşmüştür. Operasyon öncesi kırık ekstremiteler ile hemen operasyon sonrası iletim hızları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve operasyon sonrası sinir iletim hızı artmıştır. Operasyon öncesi kırık ekstremiteler ile postoperatif 10. gün sinir iletimi arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve postoperatif 10. gün sinir iletim hızı artmıştır. N. peroneus için operasyon öncesi sinir iletim hızı ortalamaları ile postoperatif 10. gün iletim hızları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve postoperatif 10. gün sinir iletim hızı artmıştır.

EMG çalışmalarında verilerin değişebileceği bildirilmiştir. Aynı hayvan üzerinde farklı zamanlarda yapılan ölçümlerde hata payının %4-5 olduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde ölçümler bir hafta arayla yapılırsa hata payının %12'yi bulabileceği bildirilmiştir (Bölükbaşı, 2004). Bu çalışmadaki veriler diğer çalışmaların verileri ile uyumlu bulunmuştur.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada kaza sonrası ekstremitte kırığı bulunan 16 köpeğin kontralateral, operasyon öncesi, hemen operasyon sonrası ve postoperatif 10. gün EMG kayıtları alınmıştır. Elde edilen verilere göre latans değerleri, amplitüd değerleri ve sinirlere ait hızlar değerlendirilmiştir.

Latans, amplitüd ve motor sinir iletim hızları, sinir yaralanmalarında ve iyileşme sürecinde takibi yapılabilen, değişimleri incelenebilen parametrelerdir. Bu çalışmaya göre elde edilen amplitüd ve hız parametleri, latans değişimlerine göre daha hassas ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Klinik anlamda nörolojik hasarların ve hasar görmüş sinirlerin innerve ettiği kaslara ait EMG verileriyle, hastaların prognozları hakkında daha net bilgi edinilebilir.

Fizik tedavisi yapılan yaralı hayvanların EMG verileri değerlendirilerek, latans, amplitüd ve hız bakımından değişimleri izlenerek tedavi protokolleri bu verilere göre değiştirilebilir.

KAYNAKLAR

- Akbulut S, Oğuz H, İnan R (2013).** Larangeal Elektromyografi. <http://kbb-forum.net/journal/text.php?lang=tr&id=297> (Erişim Tarihi: 27.05.2019).
- Akyüz G, Akdeniz Leblebiciler M (2012).** Otonom Sinir Sistemi Anatomisi ve Değerlendirilmesi, Türk Fiz Tıp Re hab Derg 2012;58 Özel Sayı 1. s: 1-5.
- Aminoff J, Michael (2012).** Aminoff's Elektrodiaagnosis in Clinical Neurology. Sixth Edition, San Francisco, California, USA, p:15-33.
- Avacı G, Akan M, Yıldırım S, Aksöz T (2002).** Lütü Kırdar Kartal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Plastik ve Rekonstrüktif Cerrahi Kliniği, İstanbul, s:428-437.
- Aydoğdu S, Çullu E, Araç N, Varollargüneş N, Sur H (2000).** Prolonged peroneal nerve dysfunction after high tibial osteotomy: pre and postoperative electrophysiological study, Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc, Bornova, İzmir, Turkey P:305-308.
- Baslo M, B (2009).** Sinir İleti İncelemeleri ve Elektromiyografi. <http://www.itfnoroloji.org/EMGsemi/EMGsemi.htm> (Erişim tarihi: 21.10.2020)
- Bölükbaşı O (2004).** Köpeklerde Periferik Sinir Sisteminin Elektrofizyolojik Yöntemlerle İncelenmesi, Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Aydın, s: 10-58.
- Buchthal F, Guld C, Rosenfalok P (1956).** Volume Conduction of the Spike of the Motor Unit Potential Investigated with a New Type of Multielectrode, Institute of Neurophysiology, University Copenhagen, p: 331-353.
- Çelik Y, Güneş M (2017).** EMG İşaretlerinin Filtrelenmesinde Çok Hızlı En Küçük Kareler Metodu İle Dalgacık Dönüşümü Metotlarının Karşılaştırılması, KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi. 20(1). s: 58-63.
- Çeşme H, Salcı H (2017).** Köpeklerde Elektromiyografi, Uludağ Üniversitesi. Veteriner Fakültesi, Cerrahi AD 16059, Veteriner Fakültesi Dergisi, Bursa-TÜRKİYE s: 1-7.
- Çetin MN (2019).** Köpeklerde Anestezi Derinliğinin Elektriksel Uyarımla Elde edile Göz Kırpma Refleksiyle İlişkisinin Araştırılması, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Cerrahi ABD, Yüksek Lisans Tez Çalışması, Burdur.
- Dianna Q, Shawn J Bird M.D (1999).** Nerve Conduction Studies and Electromyography in the Evaluation of Peripheral Nerve Injuries, The University of Pennsylvania Orthopaedic Journal, 1999 p: 45-51 1999.
- Erden H, Turan E (2005).** Köpekte nervus medianus nervus ulnaris ve nervus radialis'in olası tuzak bölgelerinin elektronörografik ve anatomik yöntemlerle araştırılması, TR1897, Aydın, s: 1-120.

Erik V, Donald B (2009). Jitter Recordings With Consentric Needle Electrodes, Department of Clinical Neurophysiology University Hospital, Uppsala, Sweden p:331-339.

Ertekin C (2006) Sentral ve Periferik EMG, 35220, Meta Basım, İzmir, s: 1-993.

Farley A (2014). Nervous system: part 1. Nursing Standard. 28, 31, 46-51. Date of submission: March 30 2012: date of acceptance: November 5 2012.

Fisher M (1992). H Reflexes and F Waves, Physiology and Clinical Indications, from the Department of Neurology, Loyola University Medical Center, Hines VA Hospital Hines, Illinois 1223-1333.

Forterre F, Ulrichrytz A, Brunnberg L, Jaggy A, Spreng D (2007). Iatrogenic Sciatic Nerve Injury in Eighteen Dogs and Nine Cats, Department of Surgery, Small Animal Clinic, The American College of Veterinary Surgeons AMERICA, p: 464-471.

Gilchrist J, Masey J, Sanders B (1994). Single Fiber EMG and Repetitive Stimulation of the Same Muscle in Myasthenia Gravis. Experimental and Clinical Aspects. Washington. p: 171-174.

Jaggy A (2010). Small Animal Neurology. Hannover. Original edition: Atlas und Lehrbuch der Kleintierneurologie. p: 153-166.

Jane E, Kevin C, Dorfman J (1988). Properties of Motor Unit Action Potentials Recorded. p: 1051-1055.

Ji-Geg Yan, Mary P, Eldridge, William W, Dzwierzynski, Yu Hui Yan&Safwan Jaradeh, Lin-Ling Zhang, James R. Sanger, Hani S. Matlou (2008). Intraoperative Electrophysiological Studies to Predict the Efficacy of Neurolysis After Nerve Injury—Experiment in Rats, American Association for Hand Surgeon, P:257-262.

Kamble N, Shukla D, Bhat D. (2019). Department of Neurology, National Institute of Mental Health and Neurosciences, Bengaluru, Karnataka, India. <https://www.neurologyindia.com/article.asp?issn=0028-3886;year=2019;volume=67;issue=6;spage=1419;epage=1422;aulast=Kamble> (Erişim tarihi 7.11.2020).

Kimura J (2001). Electrodiagnosis in Diseases of Nerve and Muscle Principles and Practice. Oxford University Press. Inc. 198 Madison Avenue. New York, p:3-26.

Klinik Fizyoterapi (2019). Periferik Sinir Yaralanmaları ve Fizyoterapisi, Ankara https://www.researchgate.net/publication/337007631_Periferik_Sinir_Yaralanmaları_ve_Fizyoterapisi (Erişim tarihi: 25.10.2020).

Korkmaz Ö, Mahiroğlu A (2007). Beyin. Bellek ve Öğrenme, İt: 15 No: 1 Kastamonu Eğitim Dergisi 93-104.

Lawrence R, Robinson M (2000). Travmatik Injury to Peripheral Nerves, Department of Rehabilitation Medicine, University of Washington Seattle, Washington 98195 USA, p: 863-873.

Li M, Yue MD, Li Jiang MD, Zhong X, Jin C, Na Xu (2014). Electrophysiological Characteristics of the Pediatric Femoral Nerve and Their Use in Clinical Diagnosis Department of Neurology, Children's Hospital Affiliated to Chongqing University of Medical Sciences, Chongqing, China Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders, Chongqing, China. P: 149-157.

Marie Nicole Biso G, (2020). Neuroanatomy, Neurapraxia, <https://www.statpearls.com/articlelibrary/viewarticle/25766/> (Erişim tarihi 11.11.2020).

Mark G, Burnett, M.D, Andericl Zager M.D (2004). Pathophysiology of peripheral nerve injury: a brief review Department of Neurosurgery, Hospital of the University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, p: 23-67.

Monowid T, Bocheńska A, Lew1 S, Pomianowski1 A (2017). Comparison of The Two Types of Stimulating Electrodes in The Study of Motor Nerve Conduction in Dogs, Department of Internal Diseases with Clinic, Faculty of Veterinary Medicine, University of Warmia and Mazury, Oczapowskiego 14, 10-957 Olsztyn, Poland, p: 439-444.

Mortari A, Rahal S, Resende L, Teixeira C, Friciello R, Mendes G (2012). Motor Nerve Conduction and Repetitive Nerve Stimülation in Captive Ring-Tailed Coati (Nasua Nasua), Journal of Zoo and Wildlife Copyright 2012 by American Association of Zoo Veterinarians, p: 443-449

Nadi M, Althagafi A (2020). Acute Nerve Injury, StatPearls Publishing LLC., <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK549848/> (Erişim tarihi 11.11.2020).

Omejec G, Podnar S (2014). Normative Values For Short-Segment Nerve Conduction Studies and Ultrasonography of The Ulnar Nerve At The Elbow, Institute of Clinical Neurophysiology, Division of Neurology, University Medical Center, Ljubljana, Slovenia, p: 1-8.

Özkan Ç, Çepni S (2018). Elektrik Akımı İle Oluşturulan Yapay Duygular: Bir STEM Öyküsü ve Yarattığı Eğitim Potansiyeli, Fen, Matematik, Giriřimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi Cilt 1. Sayı 1. Aralık 2018. s: 89-106.

Özlükan B (2016). Beden eğitimi ve spor yüksekokulunda öğrenim gören hentbolcularda üst ekstremite anaerobik yüklenmenin maksimal istemli kasılma seviyesi üzerine etkisi. Bartın, Türkiye, s: 45-67

Sağlam B (2017). Hareket bozukluklarının tanı ve takibi için kolay taşınır alternatif bir yöntem geliştirilmesi, yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye.

Stalberg E, Trontelj JV (1970). Demonstration of Axon Reflexes in Human Motor Nerve Fibres. Department of Clinical Neurophysiology, Academic Hospitals. Jugoslavia p:571-579.

Şirin Y, Şirin Ö, Çınar H (2016). Spinal Hastalıklarda Elektrodiagnostik Tanı, Türkiye Klinikleri Vet J Sci Surg-Special Topics 2016;2(3) s: 30-38.

Tapadia M, Mozaffar T, Gupta R (2010). Compressive Neuropathies of the Upper Extremity, Update on Pathophysiology, Classification, and Electrodiagnostic Findings, Published by Elsevier on behalf of the American Society for Surgery of the Hand, P:668-677.

Theresa Welch Fossum (2017). Small Animal Surgery, Mosby, an imprint of Elsevier Inc. Elsevier Limited s: 1056-1060.

Tonyalı B (2000). Servikal radikülopatilerde F dalgası. H refleksi ve somatosensoriyel uyandırılmış potansiyeller, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Turan E, Ünsal C, Üner A. G (2013). H-reflex and M-wave studies in the fore- and hindlimbs of rabbit, Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, Aydın, s: 559-563.

William W (2008). Evaluation and management of peripheral nerve injury, Department of Neurology, Uniformed Services University of Health Sciences, Room A 1036, 4301 Jones Bridge Road, Bethesda, MD 20814, USA.

Yıldırım G (2020). Üst Ekstremitte Periferik Sinir Yaralanmasına Sahip Bireylerin Başa Çıkma Stratejilerinin İncelenmesi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ergoterapi Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.